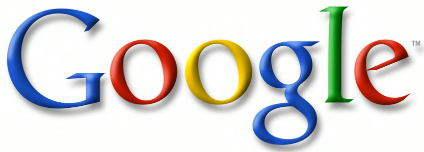
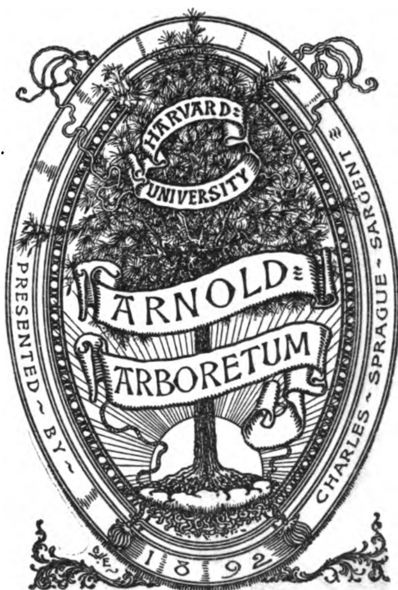



HARVARD UNIVERSITY
ARNOLD ARBORETUM
PRESENTED ~ BY ~
CHARLES ~ SPRAGUE ~ SARGENT
1892

HET HOUT.

Bouw, eigenschappen en toepassing in het dagelijksch leven

DOOR

G. J. STAM,

Technoloog,

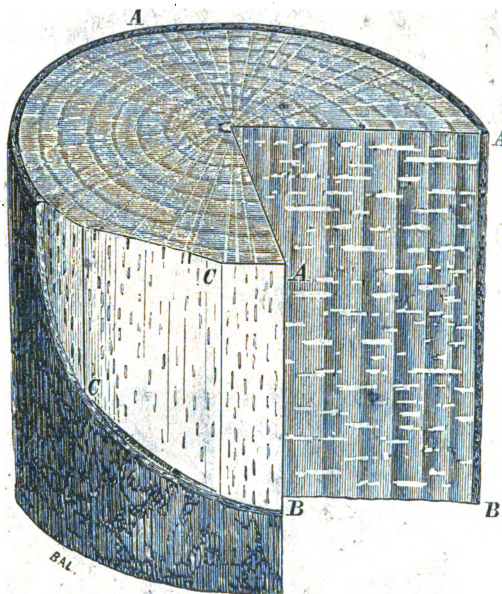
Assistent voor de Scheikunde aan de Polytechnische School te Delft.

MET EEN VOORBERICHT

VAN

Dr. C. A. J. A. OUDEMANS,

Hoogleeraar aan de Universiteit te Amsterdam.



Met één plaat en vele houtsneefiguren in den tekst.

UTRECHT,

GEBR. VAN DER POST.

1888.

HET HOUT.

Stoomdruk van J. VAN BOEKHOVEN — Utrecht.

HET HOUT.

Bouw, eigenschappen en toepassing in het dagelijksch leven

DOOR

G. J. STAM,

Technoloog,

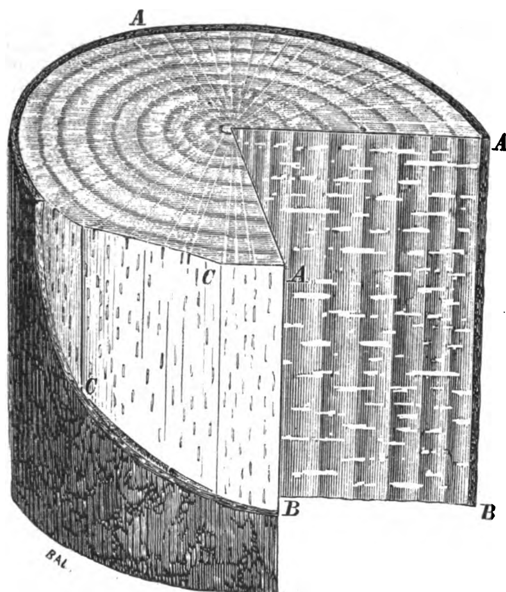
Assistent voor de Scheikunde aan de Polytechnische School te Delft.

MET EEN VOORBERICHT

VAN

Dr. C. A. J. A. OUDEMANS,

Hoogleeraar aan de Universiteit te Amsterdam.



Met één plaat en vele houtsneefiguren in den tekst.

UTRECHT,
GEBR. VAN DER POST.
1888.

. . . . „Wie in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle, in dem Studium der Geschichte, der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Theilen des Naturwissens der erste und erhabenste Zweck geistiger Thätigkeit ein *innerer*, nämlich das Auffinden von Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäsziger Gliederung in den Gebilden, die Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall. Was von diesem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerbfleisz erhöht, entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirkung treten."

VON HUMBOLDT.

(Kosmos. Dl. I, blz. 37).

AAN

DEN HOOGEDELGESTRENGEN HEER

DR. A. VROLIK,

OUD-MINISTER VAN FINANCIËN,

LID VAN VERDIENSTE EN OUD-VOORZITTER

DER

NEDERLANDSCHE MAATSCHAPPIJ TER BEVORDERING VAN NIJVERHEID,

WORDT

DIT WERK

UIT HOOGACHTING OPGEDRAGEN

DOOR

DEN SCHRIJVER.

VOORBERICHT.

Op verzoek des Schrijvers, heb ik inzage genomen van het eerste gedeelte van dit werk, waarin al datgene behandeld wordt, wat met den bouw en de wording van het hout in verband staat, en dat dus als het anatomisch onderdeel van het onderwerp beschouwd kan worden. Ik deed zulks, omdat mij werd medegedeeld dat een woord ter aanbeveling, juist van dit gedeelte, wellicht zou kunnen strekken om den twijfel weg te nemen, die zich van dezen of genen, ten opzichte van de waarde der eerste twee Hoofdstukken meester zoude kunnen maken, met het oog op de omstandigheid, dat de Schrijver wel als technoloog, doch niet als planten-ontleedkundige bekend staat. Toch behoort, volgens des Schrijvers eigen meening, juist in het anatomisch gedeelte het zwaartepunt van zijn arbeid voor een deel gezocht te worden.

Had ik mij voorgenomen mijne pen in rust te laten, bijaldien de hierboven bedoelde Hoofdstukken mij waren tegengevallen, zoo strekt het mij thans tot voldoening, aan des Schrijvers wensch gevolg te kunnen geven met de verklaring, dat zijne uiteenzetting van den bouw van het hout, met al de daaruit afgeleide gevolgtrekkingen, niet alleen in volkomen overeenstemming is met den tegenwoordigen stand der wetenschap en de nieuwelijks ingevoerde naamgeving, maar dat ook de wijze van voordracht van een en ander zoo bevattelijk mogelijk is; dat niet meer begrippen zijn omgehaald dan voor het doel noodig waren gebleken, en dat overal van het meer bevattelijke tot het meer ingewikkelde geleidelijk wordt opgeklommen.

—

Daar in werken, aan de techniek van het hout gewijd, aan den bouw dezer grondstof doorgaans niet de noodige aandacht geschonken wordt, van hoe groot gewicht die voor den technoloog ook wezen moge, zoo meen ik met bijzonderen nadruk er op te moeten wijzen, dat in dit werk met deze traditie gebroken, en voor oppervlakkige — dikwerf geen steek houdende — beschouwingen eene flinke bearbeiding van het anatomisch gedeelte in de plaats is gekomen.

De Schrijver heeft de leer van de ontleedkundige samenstelling van het hout blijkbaar tot het onderwerp eener ernstige studie en daarbij van de beste bronnen gebruik gemaakt, vóór hij zich aan zijne taak begon te wijden, en de uitkomst van zijn onderzoek en denken eerst daarna in bondigen vorm en gekuischten stijl aan zijne vakgenooten aangeboden. Hij verdient dus den dank van allen, voor wie zijn werk bestemd is!

C. A. J. A. OUDEMANS.

AMSTERDAM, 29 Mei 1883.

Tot mijn en zeker veler leedwezen heeft de Schrijver, wiens wankele gezondheid reeds sedert jaren het ergste had doen vreezen, zijn arbeid niet voltooid vóór zich mogen zien. Zijne taak was wel afgewerkt, doch de laatste hand moest er nog aan gelegd worden, en gedurende dat oponthoud bezweek hij.

Ik voldoe gaarne aan den wensch der Uitgevers door te verklaren, dat ik thans, vier jaar nadat het bovenstaande geschreven werd, geene letter terug zou wenschen te nemen van den lof, toen door mij aan den Schrijver toegezwaaid. Hij bleef zich zelven tot het einde gelijk: even nauwgezet, even degelijk, even doordrongen van het besef dat eigen waarneming hem den weg moest wijzen.

Laat ons hopen, dat dit werk den eenvoudigen, bekwamen, beminnelijken man nog lang in veler aandenken doe voortleven en dat nut moge verspreiden, 't welk hem, bij de samenstelling er van, steeds voor den geest zweefde.

AMSTERDAM, 13 Nov. '87.

C. A. J. A. OUDEMANS.

INLEIDING.

Alle planten worden door de plantenkundigen in twee groote afdeelingen gerangschikt.

Zij gronden deze verdeeling op de wijze van voortplanting: de planten, die zich vermenigvuldigen door middel van sporen, vormen de afdeeling der *cryptogamen*, terwijl tot die der *phanerogamen* alle planten gerekend worden, die zich uit zaden ontwikkelen.

Hoewel ook onder de cryptogamen planten worden aangetroffen, wier stengel of stam een boomachtigen vorm aanneemt, (varens uit de keerkringsgewesten), zijn uit een mechanisch-technisch oogpunt voornamelijk de boomen, heesters en struiken der phanerogamen belangrijk, omdat zij, zoowel in hun stam als in takken en wortels, een der voornaamste grondstoffen voor de mechanische nijverheid leveren.

Die grondstof is *het hout*, dat, verborgen onder een schors, aan genoemde plantendeelen een zeer groote vastheid verleent.

Aan die vastheid, gepaard met een betrekkelijk gering specifiek gewicht, is het hout in de eerste plaats zijn waarde voor de techniek verschuldigd. Moeten wij voor de bewerking van hout twee eigenschappen ontberen, die aan de metalen in meer of minderen graad eigen zijn, en bij hun bewerking een groote rol spelen, nl. smeltbaarheid en rekbaarheid, ons wordt, als 't ware ter vergoeding, in de splijt-

of kloofbaarheid een niet minder gewaardeerde eigenschap aangeboden, die bij de metalen niet bekend is.

Heeft het hout daarentegen met de metalen gemeen, dat er eigenschappen in aanwezig zijn, wier gemis door niemand zou worden bejammerd, toch heeft het, naast de reeds genoemde, nog tal van andere eigenschappen aan te wijzen, zooals bijv. buigbaarheid, taaiheid, elasticiteit, enz., die het bij uitstek geschikt maken, om, door middel van mechanische vervorming, in voorwerpen omgezet te worden, die in verschillende behoeften van den mensch kunnen voorzien.

Dat al die eigenschappen, zoowel goede als kwade, ten nauwste samenhangen met den elementairen bouw van het hout, zal wel geen betoog behoeven.

De kennis van dien bouw is dus een eerste vereischte voor den technicus, die zich aan de bewerking van het hout zal wijden.

Daarom was het in de eerste plaats onze taak, een grondige wetenschappelijke beschouwing der grondstof te geven, wier mechanische vervorming in een vervolg van dit werk ter behandeling zal komen.

HET HOUT.

In elk der drie groepen, waarin de plantenkundige de groote afdeeling der phanerogamen op haar beurt onderverdeelt, treffen wij de planten aan, die het hout voortbrengen, dat in onze streken ter bewerking komt.

In de groep der *naaktzadigen* vinden wij ze hoofdzakelijk in de familie der *coniferen* (naaldboomen); ook bij die der *eenzaadlobbigen* (monocotylen) is slechts één enkele familie, die der *palmen*, voor ons van belang; de groote verscheidenheid der voor ons nuttige houtsoorten danken wij hoofdzakelijk aan de groep der *tweezaadlobbige* planten (dicotylen).

Het groote verschil in hout, afkomstig niet slechts van planten behoorende tot verschillende groepen of families of geslachten, maar zelfs van planten van hetzelfde geslacht, kan reeds door den leek bij een oppervlakkige beschouwing worden waargenomen; wij zullen ons daarmede evenwel niet tevreden stellen, maar door een meer nauwkeurig onderzoek, zelfs de oorzaak van die verschillen trachten te onthullen.

Om dat onderzoek ook den lezer duidelijk te maken, die geen gelegenheid vond zich eenigszins met planten-anatomie en physiologie vertrouwd te maken, rekenden wij het ons tot een plicht, om vooraf eenige bladzijden aan beide takken van wetenschap te wijden.

Bij die behandeling zullen wij het doel, daarmede door ons beoogd, niet uit 't oog verliezen, en haar dus slechts zooverre uitstrekken, als voor een toepassing op onze grondstof noodzakelijk is.

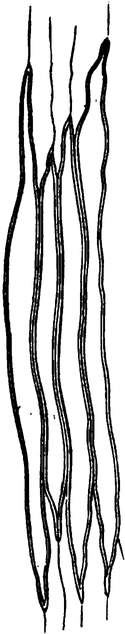
EERSTE HOOFDSTUK.

Anatomie en Physiologie.

a. Anatomie.

1. Het hout is, even als alle stoffen van plantaardigen en dierlijken oorsprong, uit cellen opgebouwd. Die cellen hebben een zeer verschillende gedaante.

Fig. 1.



Vezels uit lindenhout (vergroot.)

Het houtweefsel is voornamelijk uit *spoelvormige* cellen samengesteld, wier lengte tusschen 1 en 2 m.M., wier dikte tusschen 0.01 en 0.05 m.M. afwisselt. Zij worden **houtvezels** genoemd, en sluiten *zonder eenige tusschenruimte* in 't weefsel aaneen, zooals dit in nevensgaande figuren duidelijk zichtbaar is. (fig. 1 en 2.)

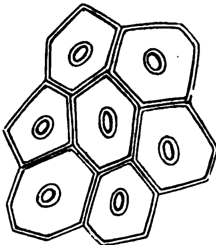
2. Oorspronkelijk hadden deze vezels niet zulk een lang gerekte gedaante; ze waren in hun jeugd veel korter, polyedrisch en aan de einden niet toegespitst. Zou evenwel het hout de taak, die het in de plant is aangewezen, o. a. om haar deelen de noodige vastheid te verleenen, in alle opzichten kunnen vervullen, dan moesten tijdens den groei die cellen zich in de eerste plaats vervormen, ten einde beter en sterker aaneen te kunnen sluiten, dan oorspronkelijk het geval kon zijn: de vezelvorm, boven omschreven, is het eindresultaat dier gedaanteverandering.

Maar niet alleen een vaster aaneensluiten der cellen werd gevorderd, ook hun wand moest

stevig genoeg worden, om weêrstand te bieden aan de werking van uitwendige krachten. Die wand, aanvankelijk zeer dun, verdikt zich daarom voor of na de vervorming, nu eens meer dan eens minder, zoodat de ruimte, die eenmaal door een dun celwandje was omsloten, ten slotte voor grooter of kleiner gedeelte door den verdikten wand wordt ingenomen. (fig. 2).

Bij de jeugdige cel was die ruimte gevuld met een weeke, doorschijnende stof, den zoogenaamden *protoplast*, bestaande behalve uit protoplasma, een stikstofhoudende scheikundig zeer samengestelde zelfstandigheid, uit verschillende andere stoffen, vloeibare zoowel als vaste, die wij hier stilzwijgend kunnen voorbijgaan. De vervormde en verdikte cellen hebben meestal den protoplast, en daarmede het leven verloren; zij zijn feitelijk als doode elementen in het plantenlichaam te beschouwen.

Fig. 2.



Dwarsche doorsnede van verdikte vezels uit eikenhout.
Vergrooting 800 maal.

In 't algemeen komt de wandverdikking voor bij cellen, die zich tot een weefsel, tot een door bepaalde eigenschappen gekenmerkte groep hebben vereenigd. Op die weefsels komen wij nader terug; voorshands vorderen de *verdikkingen der wanden* onze aandacht.

3. De verdikking strekt zich in de minste gevallen over den geheelen celwand regelmatig uit; meestal is zij slechts plaatselijk; hier en daar zijn plekken op den wand aanwezig, waar geen verdikking heeft plaats gehad.

Om dit te kunnen waarnemen, moet men bij de geringe afmetingen der cellen, al zijn ze in 't hout 1—2 m.M. lang, zijn toevlucht nemen tot het microscoop. Met behulp van dit instrument bemerkt men dan op de meeste houtvezelwanden zeer spoedig kleine ronde stipjes. Deze blijken bij een voortgezet onderzoek geen gaatjes in den celwand te zijn, maar slechts fijne kanalen; ze ontstonden, doordat de celwand rondom de plaats waar men ze waarneemt, zich ringvormig verdikte.

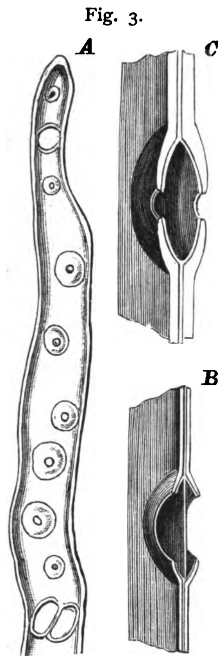
Daar nu juist tegenover zulk een kanaaltje zich in den

aansluitenden celwand ook een dergelijk gevormd heeft, veronderstellen de botanici, dat deze aaneensluitende kanalen dienen voor een gemakkelijke communicatie tusschen de ruimten, die door de wanden van aan elkaâr grenzende cellen of vezels worden omsloten.

Behalve deze eenvoudige ronde kanalen, die als **gewone stippels** bekend zijn, treft men op de vezelwanden ook zeer dikwijls zoogenaamde **hofstippels** aan, die zich onder 't microscoop voordoen als twee concentrische cirkeltjes.

Ook hier is een kanaal gevormd door plaatselijke niet-verdikking van den celwand; maar dit heeft niet, als zooeven geschetst werd, overal nagenoeg dezelfde doorsnede, neen, het blijkt trechtervormig naar den buitenwand te verloopen. Het grootste der cirkeltjes, die men bij deze stippels met 't microscoop waarneemt, is dan ook niets anders als de rand van het wijdste gedeelte der trechtervormige ruimte. (fig. 3. A).

Fig. 3.



A. Gedeelte van een houtvezel, (overlangs doorgesneden) met hofstippels, uit grenenhout. Vergr. 400 maal.
B en C. Halve hofstippels (B jonge, C oudere) lichamelijk voorgesteld.

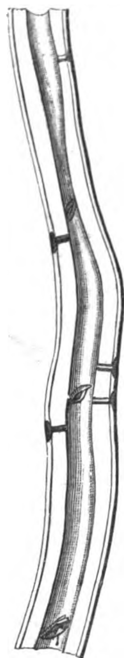
Daar nu ook weêr in twee aangrenzende celwanden deze kanalen zich tegenover elkaâr bevinden, en met hun wijdste monding aaneensluiten, wordt ook door deze stippels een middel van gemeenschap tusschen de cellen gevormd, hetzij de uiterst dunne gemeenschappelijke celwand al dan niet meer aanwezig is. (Het laatste schijnt bij oude cellen 't geval te zijn.)

Dikwijls zijn ook de kanalen in den verdikten wand niet rond of naar buiten verwijd, maar spleetvormig. Deze spleten liggen op den vezelwand alle in eenzelfde richting; ze vormen te zamen als 't ware op den vezelomtrek links stijgende spiraallijnen, die onophoudelijk zijn afgebroken.

Daar ook hier weêr met elk dezer **spleetstippels** in een

buurcel een spleetstippel correspondeert, in dezelfde richting stijgend, neemt men onder 't microscoop deze stippelsoort als kruisjes waar, hetwelk men zich uit de doorzichtigheid der fijne vliezen gemakkelijk kan verklaren. Meermalen komt het voor, dat spleetstippels tegelijkertijd hofstippels zijn of omgekeerd. (fig. 4).

Fig 4.



Gedeelte van een vezel uit eikenhout met spleetstippels. Wand zeer verdikt. Vergr. 400 maal.

Behalve een stippelvormige verdikking treffen wij bij enkele houtvezels een zoogenaamd *bandvormige* verdikking aan; deze is ook ontstaan ten gevolge van een zeer onregelmatige verdikking; slechts enkele gedeelten zijn met banden of lijsten voorzien, die zich als verhevenheden, 't zij ring-, spiraal- of netvormig aan de binnenzijde van den wand vertoonen.

4. Al naar de wijze waarop de vezels zich ontwikkelden, en hun wanden verdikt werden, onderscheidt men *soorten van cellen of vezels.* Zoo noemt men die met laatstgenoemde banden bijv. *ring-*, *spiraal-* of *net-*cellen. Hebben de houtcellen of vezels zich tijdens den groei sterk in de lengte, weinig in de breedte ontwikkeld, zijn hun wanden sterk verdikt en slechts met spleetstippels of *zeer kleine* hofstippels voorzien, dan kent men ze onder den naam van **libriform-vezels;** vezels, die zich ook door aanzienlijken breedtegroei kenmerken, wier wanden gehofstippeld en zeer dikwijls spiraalvormig verdikt zijn, worden als **tracheïde-vezels** onderscheiden. Wij komen op deze vezelsoorten nog nader terug.

5. Met de physische wijzigingen gaan ook tijdens den groei der plant *chemische veranderingen van den celwand* gepaard.

Oorspronkelijk bestaat de wand uit water en een vaste stof, de **cellulose,** een verbinding van koolstof, waterstof en zuurstof, die door de formule $C_6H_{10}O_5$, of een veelvoud daarvan, kan worden voorgesteld.

Terwijl het water, dat oorspronkelijk tusschen de kleinste

deeltjes van den celwand regelmatig verspreid is, zich op verschillende plaatsen ophoopt, zoodanig dat daardoor in den wand lagen van verschillend watergehalte kunnen worden waargenomen, worden langzamerhand andere stoffen tusschen de cellulose deeltjes van den celwand afgescheiden.

De *verdikte* vezelwanden bijv. bevatten dientengevolge benevens cellulose hoofdzakelijk **houtstof**, die waarschijnlijk geen enkelvoudige stof, maar een mengsel van verschillende *organische* stoffen is. Zeer rijk aan houtstof is vooral de buitenste wandlaag van vezels, die tot weefsels zijn gegroepeerd; onderzoekingen van den laatsten tijd brachten aan het licht, dat deze laagjes, die men eenmaal ook als *intercellulaire stof* beschouwde, niet, zooals men meende, uit kurkstof bestaan, maar grootendeels uit houtstof, en voor een uiterst gering gedeelte uit cellulose zijn samengesteld.

Ook stoffen van *anorganischen* aard, voornamelijk **zouten**, worden op en tusschen de vezelwanden afgezet; wij komen daarop later bij de behandeling van de scheikundige samenstelling van het hout uitvoeriger terug.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat men in weefsels van bepaalde houtsoorten een zeer eigenaardige chemische omzetting van de celwandstoffen aantreft. Hoewel zij voornamelijk in de schors der planten plaats heeft, komt ook in houtweefsels deze verandering voor; wij hebben 't oog op de vorming van **gom** uit de stof der celwanden, een verschijnsel, dat ook bij onze kerse-, pruime- en abrikozeboomen wordt waargenomen. De verschillende ware gomsoorten, die wij uit den handel kennen, hebben aan zulk een celwandverandering hun ontstaan te danken [1]).

6. Behalve met vezels, zullen wij bij de bijzondere behandeling van het hout ook kennis maken met andere van zijn samenstellende elementen. Met uitzondering toch van 't hout

1) Volgens de nieuwste onderzoekingen van Dr. M. W. Beijerinck wordt gom uit het houtweefsel onzer vruchtboomen slechts gevormd onder den invloed der smetstof van een besmettelijke ziekte.

der naaldboomen (dennenhout, vurenhout) [1], treffen wij in dat der monocotylen en in dat der loofboomen de zoogenaamde **vaten** aan, die zich op een dwarsche doorsnede van den stam door hun groote wijdte van alle andere elementen onderscheiden. Zij maken op den leek den indruk van poriën in het houtweefsel.

Men bemerkt op een doorsnede volgens de vezel- of draadrichting, wanneer men den loop der vaten volgt, dat deze een veel grooter lengte bezitten, dan de gewone houtvezels. Die vaten zijn nl. uit cellen ontstaan, van grooter afmetingen, dan de hen omgevende; boven elkaâr geplaatst, nam tijdens den groei de dikte der zijwanden dezer cellen toe, terwijl hun dwarswanden *geheel of gedeeltelijk* verdwenen.

Het laatste geval doet zich bijv. voor bij de zoogenaamde **zeefvaten**, wier vrij dikke tusschenwanden met poriën voorzien zijn, zoodat ze den indruk maken van een zeef; van daar hun naam. Men treft ze gewoonlijk in de schors aan, nog voorzien van de protoplasten der cellen, waaruit ze ontstonden; zij doen in de plant dienst als overbrengers van het eiwit, van de plaats, waar dit uit anorganische bestanddeelen werd gevormd, naar die plantendeelen, waar het als voedsel zal worden verbruikt.

7. Van meer belang zijn voor ons de **hout-** of **luchtvaten**. Bij deze zijn de dwarsche tusschenschotten ook wel eens gedeeltelijk, maar meestal geheel en al verdwenen; daarmede hebben zij tevens hun oorspronkelijken inhoud, den protoplast, verloren. In de plaats daarvan is lucht en water getreden, die beide, wanneer en waarom zal bij de beschouwing der physiologische functiën der houtelementen blijken, afwisselend grooter en kleiner gedeelten van het vat kunnen aanvullen.

De tusschenwanden, zoo zeiden we, zijn geheel of gedeeltelijk verdwenen. Waren de dwarsche wanden der cellen, waaruit het houtvat is ontstaan, loodrecht geplaatst op de zijwanden, dan zijn ze nagenoeg totaal opgelost (in eiken- en beukenhout);

---

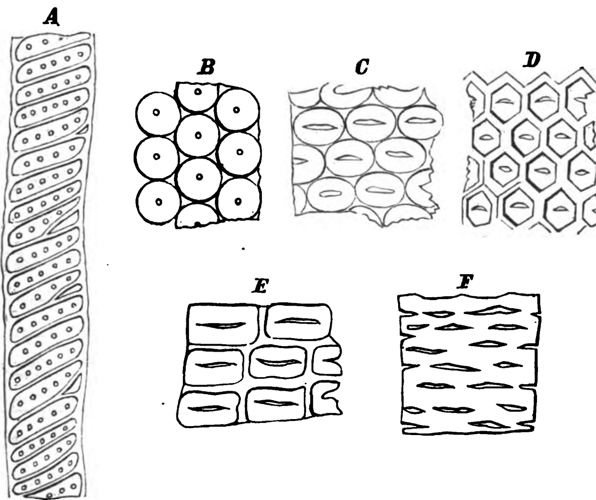
1) In het eerste levensjaar bezitten ook de naaldboomen vaten; in volgende jaren worden geen vaten meer gevormd, zoodat zij hier niet in aanmerking komen.

maken ze met één der vlakken, welke men zich volgens de lengteas van 't vat denken kan, een meer of minder scherpen hoek, zooals dit in hazelaars- en elzenhout het geval is, dan zijn ze van spleetvormige openingen voorzien.

De zijwanden der vaten, tijdens den groei met houtstof doordrongen, zijn, evenals wij dit bij de houtcellen of vezels aantroffen, ook niet gelijkelijk verdikt; ook hier vinden wij stippels, zoowel als spiraal- en net-vormige verdikkingen.

De aanwezigheid van stippels is bij de vaten regel; voornamelijk treft men hofstippels aan, en daarnevens bij enkele houtsoorten (bijv. lindenhout) spiraalvormige verdikkingen (fig. 5, A); soms zijn slechts bepaalde gedeelten van het hout door dergelijke spiraalvaten gekenmerkt (ahorn).

Fig. 5.



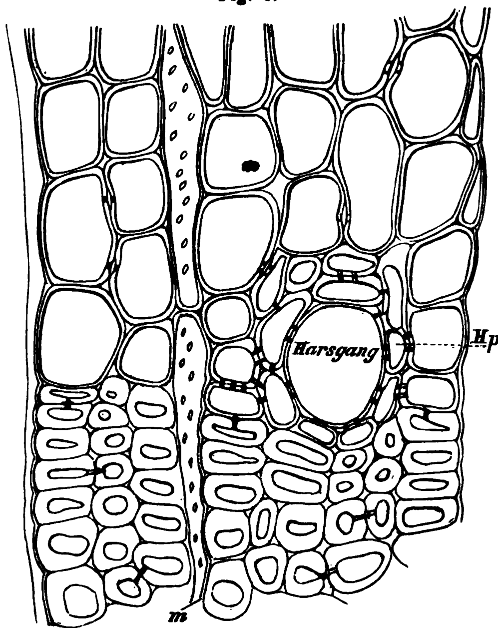
A. Spiraalvormige verdikking met stippels op een vatwand uit lindenhout.
B. Gedeelte van een vatwand uit ijpenhout.
C. " " " " " beukenhout.
D. " " " " " ahornhout.
E. " " " " " hout van den tulpenboom.
F. " " " " " esschenhout.

Fig. 5 (B, C, D, E, F) geeft een denkbeeld van de wijze, waarop de wand der gestippelde vaten zich kan voordoen.

De kleur dezer vaten geeft somwijlen een eigenaardig uiterlijk aan de splijtvlakken van eenige houtsoorten; zoo bijv. zijn ze in hout van den in Suriname inheemschen ceder (Cedrela odorata) donkerrood en glanzig, in teakhout donkerzwart, enz.

Maar in de kleur der vaten zoeke men geen belangrijk middel om houtsoorten te onderkennen; voor dat doel zal, zooals later blijken zal, de bepaling van hun diameter, maar nog meer de waarneming van hunne plaatsing in 't weefsel, ons beter dienst bewijzen kunnen.

Fig. 6.



Dwarsche doorsnede door het hout van den fijnen spar (vurenhout) met harsgang.
(Sterk vergroot.)

8. Met de vaten moet men de zoogenaamde **harsgangen** niet verwarren, die zoowel in de schors als in het hout der naaldboomen voorkomen. Wij merkten reeds op, dat naaldhout zich van het hout der loofboomen, door het gemis van vaten onderscheidt; wanneer men nu dunne dwarsche sneden van eenig naaldhout bij doorvallend licht beschouwde, om door de afwezigheid van poriën die van vaten te kunnen ontdekken, zou men hier en daar bij enkele dezer houtsoorten wel degelijk kleine ronde openingen bemerken, die de gedachte aan vaten zouden doen opkomen. Zij danken evenwel hun aanzijn aan de in sommige naaldhoutsoorten aanwezige harsgangen. Deze gangen, wier wanden hars afscheiden, hebben soms een aanmerkelijke lengte, en staan alle in de plant met elkaâr in ge-

meenschap. Met het toenemen der hoeveelheid afgescheiden stof verkrijgen de gangen een grooter middellijn. (fig. 6) [1])

9. Wij zijn nu genaderd tot de behandeling van celgroepen, die niet minder dan vezels en vaten voor ons zeer belangrijk zijn, daar zij bij de ontwikkeling en den bouw der meeste houtsoorten een zeer gewichtige rol vervullen: **het parenchym** en **de vaatbundels.**

Beide, zoowel parenchym als vaatbundels, zijn **weefsels**. Wij merkten vroeger reeds terloops op, dat men onder plantenweefsels groepen van gelijksoortige cellen verstaat.

Deze groepen onderscheiden zich van elkaâr door verschillende eigenschappen (kleur, hardheid, celinhoud), en kunnen in grooter of kleiner aantal naast cellen, die geheel afgescheiden daarvan bleven bestaan, in bijna alle deelen eener plant worden waargenomen.

Nieuwe weefsels worden in stammen en takken van boomen, behoorende tot de coniferen en dicotylen, gevormd zoolang de groei duurt; ten gevolge daarvan nemen deze boomen in dikte toe.

De stammen der palmen (monocotylen) daarentegen vermeerderen niet in omvang; in hun stam is van een nieuwe weefselvorming geen sprake — alleen ontwikkelen de eenmaal aangelegde weefsels zich in de lengte.

Men maakt daarom onderscheid tusschen weefsels van eersten aanleg (*primaire*) en weefsels, die tijdens den diktegroei der plant uit deze kunnen voortkomen (*secundaire*) doordat hun cellen door splitsing van den protoplast en het ontstaan van een tusschenschot, zooals men dit uitdrukt, *zich deelen*.

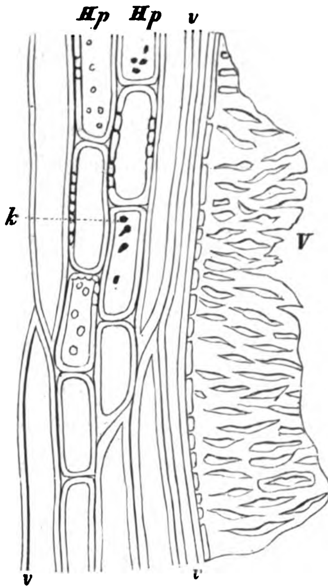
Het parenchym zoowel als de vaatbundels zijn meestal *primaire weefsels*.

---

1) Verschillende coniferen leveren ons terpentijn en de gewone hars, bekend als grondstof voor de vervaardiging van lakken en vernissen, als lijmmiddel in de papierfabrikage, enz.; in den Elzas, wordt bijv. aan den zilverspar (Pinus picea L.) terpentijn onttrokken, die als „Straatsburger" in den handel komt; in Z. Tyrol aan den lorkenboom (Larix europaea D.C.) de „largo" of „larget" bij ons als „Venetiaansche" terpentijn bekend, enz.

10. Het parenchym, dat als het ware het aanvullingsweefsel tusschen andere celgroepen der planten uitmaakt, is als „echt" parenchym een *primair* weefsel, en kenmerkt zich dan daardoor, dat zijn elementen, veelhoekige of ronde cellen, niet aaneengesloten liggen, maar door met lucht gevulde (intercellulaire) ruimten gedeeltelijk gescheiden zijn. Dit is bijv. het geval bij het echte parenchym van bladen, schors en wortels.

Fig. 7.



Overlangsche doorsnede door een stuk sandelhout.
Hp houtparenchymcellen;
v houtvezels;
V houtvat;
k kleurstofkorrels.

Het parenchym daarentegen, dat, op verschillende wijzen gerangschikt in grooter of kleiner hoeveelheid in bijna alle houtsoorten voorkomt, is een *secundaire* vorming, omdat het tijdens den diktegroei van den stengel uit een ander weefsel, door celdeeling ontstaat.

Dit **houtparenchym** heeft met het echte parenchym gemeen, dat de dwarsche wanden der korte cellen meestal loodrecht op de zijwanden zijn geplaatst — maar het onderscheidt er zich van, doordat de cellen, evenals de houtvezels, zonder intercellulaire ruimten aaneensluiten.

De cellen van het houtparenchym bezitten een protoplast; zij behooren dus tot de levende elementen van het houtlichaam. Daar zij ook zeer dikwijls zetmeel, looistoffen, hars- en kleurstofkorrels bevatten, dienen zij klaarblijkelijk als bewaarplaats van voedingstoffen.

11. Op enkele uitzonderingen na, die wij hier niet ter sprake behoeven te brengen, zijn de vaatbundels *primaire* weefsels.

Samengesteld uit cellen en vaten, loopen zij als banden door het plantenlichaam en staan alle met elkaâr in verbinding;

de vaatbundels toch dienen tot vervoer van voedingsstoffen en water.

Dit vervoer heeft in verschillende deelen van den vaatbundel plaats, zoodanig dat voedingsstoffen (eiwitstoffen) en water streng gescheiden blijven; het vaatbundeldeel, dat slechts water vervoert, noemt men den **houtbundel**, dat voor de geleiding der voedingsstoffen den **zeefbundel.**

Deze vaatbundels worden in het hout niet aangetroffen, of beter, ze worden tijdens den diktegroei van den stengel zoodanig gewijzigd en vervormd, dat ze niet meer herkenbaar zijn.

Wanneer wij ons eenige oogenblikken met deze vaatbundels bezighouden, geschiedt dit dan ook met geen ander doel, dan om een duidelijke verklaring te kunnen geven van de wijze, waarop de diktegroei plaats heeft, m. a. w. hoe in stengel en wortel de houtvorming tot stand komt.

Van de verschillende soorten, die de plantenkundige onderscheidt, zullen wij slechts de *collaterale* en de *radiale* vaatbundels beschouwen.

12. In de **collaterale vaatbundels** (fig. 8), algemeen voorkomende in de *stengels* der phanerogamen, treft men slechts één enkelen hout- en zeefbundel aan; de houtbundel is dan naar het centrum, de zeefbundel naar den omtrek der stengeldeelen geplaatst.

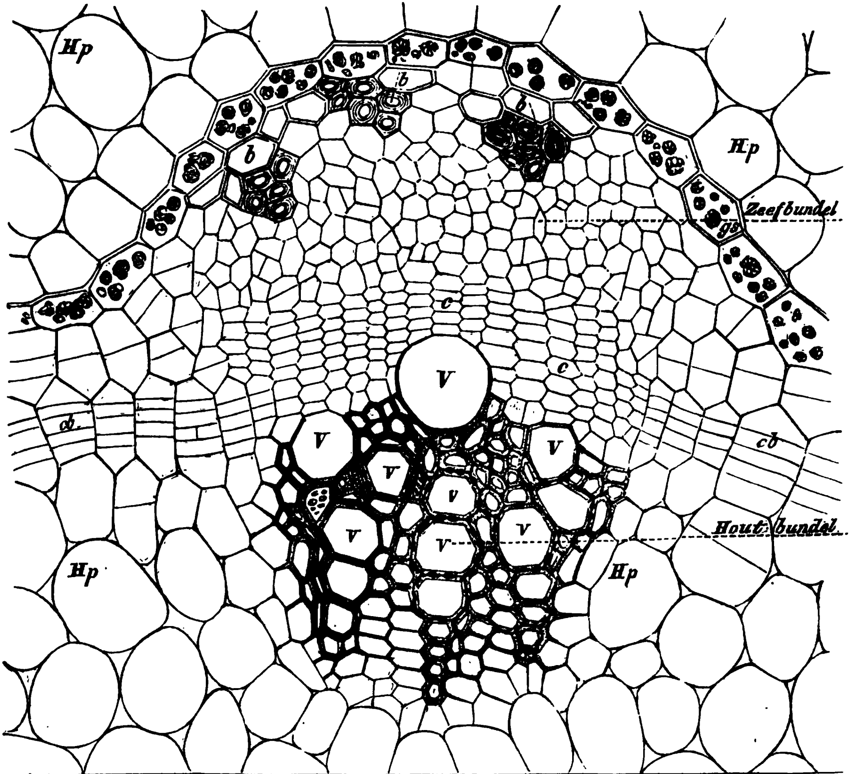
De houtbundels bestaan uit cellen en houtvaten, die zonder eenige tusschenruimte zijn verbonden, en wier plaatsing ten opzichte van elkaâr geheel onregelmatig is. De wanden der cilindervormige cellen zijn, alnaar de sterkte der vaatbundels, geheel of gedeeltelijk met houtstof doordrongen; de vaten zijn verdikt op de verschillende wijzen, die wij vroeger vermeldden.

Ook de zeefbundels bestaan uit eng aaneengesloten vaten en cellen; de laatste zijn lang cilindrisch (cambiformcellen), en bezitten geen verdikte wanden; de vaten zijn hier zeefvaten.

13. De vaatbundels komen in de meeste gevallen uit de bladen in den stengel; maar hun loop in den stengel

verschilt, al naardat deze aan een monocotyle of dicotyle plant behoort.

Fig. 8.



Dwarsche doorsnede door een collateralen vaatbundel uit een stengel. (Ricinus communis).

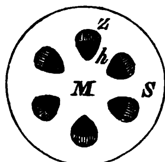
V en v	groote en kleine vaten (gestippeld); daartusschen bevinden zich cellen met verdikte wanden.
Hp	parenchym.
b, b, b	bastbundels.
c, c	cambium in vaatbundel.
cb, cb	„ „ parenchym.

Beziet men een monocotylen plantenstengel op dwarsdoorsnede, dan neemt men waar, dat de vaatbundels zoowel aan den omtrek als meer naar 't midden van den stengel geplaatst zijn; de dikste, gering in aantal, in 't centrale deel; de kleine, dicht op een gedrongen, aan den omtrek.

Een gevolg daarvan is, dat bij monocotylen, bijv. palmen,

het peripherisch gedeelte van den stengel het hardst is, en veel meer technische waarde bezit dan het centrale deel.

Fig. 9.



Schematische voorstelling van een dwarsche doorsnede door een jeugdigen stengel met zes vaatbundels.
M. merg.
S. schors.
h. houtbundel } vaatbundel.
z. zeefbundel }

Bij de dicotyle plantenstengels daarentegen zijn de vaatbundels, ten minste wanneer van geen diktegroei sprake of de stengel nog zeer jeugdig is, in een kring geplaatst, op de wijze zooals dit in nevenstaande figuur schematisch is aangeduid. (fig. 9).

Men ziet daar zes collaterale vaatbundels, wier houtbundels (h) dus naar 't centrum, wier zeefbundels (z) naar den omtrek van den stengel zijn gekeerd.

Aan den omtrek van elk der zeefbundels zijn door drie zwarte stipjes **bastbundels** aangegeven.

Van deze bundels dient vermeld te worden, dat zij als koord- of bandvormige organen aan dunne en buigzame plantendeelen stevigheid moeten verschaffen; zij bestaan uit cilindrische of spoelvormige cellen, hier *bastvezels* genaamd, die ongeveer 5—10 m.M. lang zijn, en sterk verdikte maar toch zeer elastische en buigzame wanden bezitten.

Bij jonge dicotyle plantenstengels zijn deze bastbundels aan den buitenomtrek van den zeefbundel geplaatst, maar bestaan daar uit cilindrische cellen, wier weeke, meer of minder verdikte wanden een protoplast omsluiten.

In oude stammen zijn de bastbundels dikwijls verdwenen.

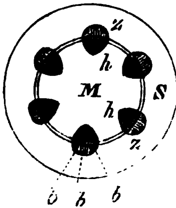
14. Bezien wij nu verder de figuur. Het wit gelaten gedeelte stelt parenchymweefsel voor; binnen de vaatbundels heeft men het den naam van **merg** gegeven; de strooken tusschen de vaatbundels zijn de **mergverbindingen**, en het peripherisch gedeelte van dit weefsel noemt men **de schors.**

Door een dubbel lijntje wordt in de figuur (duidelijker in fig. 10) de afscheiding tusschen hout- en zeefbundels der vaatbundels voorgesteld.

Dit was noodzakelijk om aan te duiden, dat beide bundels niet onmiddellijk aaneensluiten. Bij den aanleg van den vaat-

bundel toch, heeft zich tusschen zijn deelen een weefsel ingelegd, dat uit cellen bestaat, die het vermogen bezitten om zich door deeling te vermenigvuldigen; een deeling, die, afgezien van de splitsing van den protoplast, tot stand komt door de vorming van horizontale en vertikale tusschenschotten; de laatste evenwijdig aan den stengelomtrek. (Men zie figuur 8).

Fig 10.



Schematische voorstelling van een dwarsche stengeldoorsnede, na ontwikkeling van den cambiumring.
M. mergkoker.
S. schors.
b. b. b. bastbundels.

Tijdens het groeien van den stengel vormt zich ook in de mergverbindingen, in het parenchym tusschen de vaatbundels, een dergelijk weefsel, en wel zoodanig, dat zich ten slotte in het stengeltje een gesloten ring van cellen bevindt, die later aanhoudend door deeling nieuwe cellen zullen voortbrengen. (Zie fig. 10).

Dit geldt voor dicotylen, en wel bepaaldelijk voor boomen en heesters; bij de monocotylen gaat daarentegen dit weefsel in den hout- of zeefbundel over, en daarmede verliezen de cellen het deelingsvermogen. (Zie blz. 13).

Het ringvormige weefsel, dat, zoolang als de groei duurt, nieuwe cellen voortbrengen zal, draagt den naam van **cambium** (c en cb in fig. 8).

Zoowel naar het centrum van den stengel, als naar den omtrek, heeft deze productie van nieuwe cellen plaats, die gezamenlijk binnen den cambiumring het **hout**, er buiten de **schors** van den stengel zullen vormen.

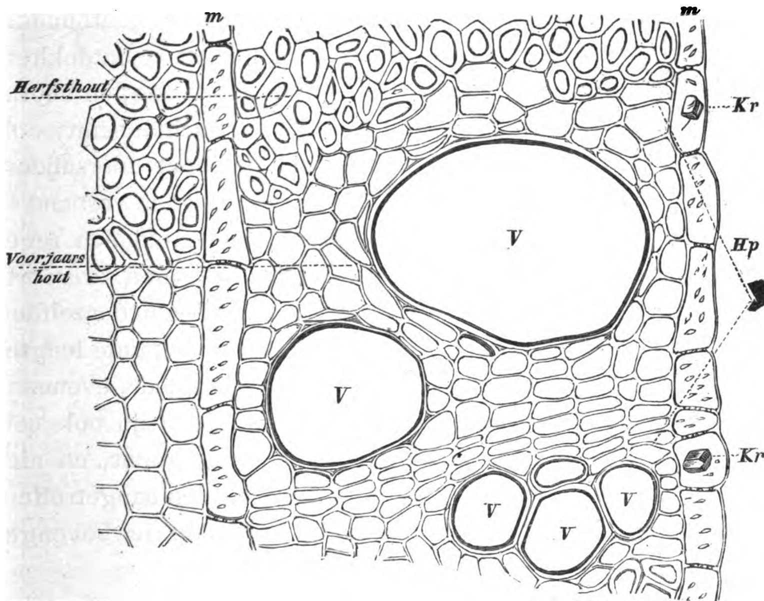
Het cambium zelf is samengesteld uit lange, smalle, spoelvormige cellen, die op dwarsche doorsnede een platten, veelhoekigen vorm vertoonen. De celwanden zijn des zomers dun, des winters plaatselijk verdikt — dit verschijnsel staat met de werkzaamheid van het cambium in verband. Want niet voortdurend brengt het nieuwe cellen voort.

In onze gewesten ten minste staakt het cambium met het naderen van den winter (soms reeds vroeg in den herfst) zijn werking, om deze eerst in de volgende lente voort te zetten.

Op de dwarsche doorsnede van een stam onzer boomen bemerkt men, dat het houtgedeelte in ringen is afgezet; wel is waar is dit hier eens meer, daar weêr minder duidelijk zichtbaar, maar geheel ontbreken die ringen nooit.

Elk dezer ringen werd gevormd gedurende één der perioden, waarin het cambium werkzaam was; den naam **jaarringen** voeren zij dus naar hetgeen boven gezegd werd, niet ten onrechte. Dat men de periodieke werking van het cambium in den stam waarnemen kan, wordt niet alleen daardoor veroorzaakt, dat het hout, hetwelk tegen het einde eener periode wordt gevormd, meer uit gelijksoortige elementen werd opgebouwd, als bij den aanvang daarvan geschiedde, maar doordat èn vorm èn kleur van dezelfde elementen in **voorjaarshout** en **herfsthout** verschillen (fig. 11).

Fig. 11.



Dwarsche doorsnede door acaciahout.
V, V. groote en kleine vaten.
Hp. houtparenchym.
Kr. kristallen van zuringzure kalk in de mergstraalcellen m.
Vergr. 400 maal.

Wij zullen spoedig in de gelegenheid zijn om aan te toonen, dat dit verschil samenhangt met de taak, die het hout in den plantenstengel heeft te vervullen.

15. Staan wij nog een oogenblik stil bij den diktegroei van den jeugdigen stengel.

Terwijl deze plaats heeft, terwijl dus de cambiumring naar binnen en naar buiten in gesloten ringen nieuwe cellen afzet, worden de houtbundels (h in fig. 10) der vaatbundels en het merg (M) niet meer gewijzigd.

Men vindt ze ten allen tijde in 't hart van het houtlichaam terug; de ruimte, die ze daarin dan beslaan, is natuurlijk uiterst gering in vergelijking met de doorsnede van den stam — een grooter dikte dan 1—2 m.M. van den **mergkoker** behoort tot de uitzonderingen. Een gedeelte van het parenchymweefsel uit den jeugdigen stengel treft men dus zelfs dan nog aan, wanneer deze door diktegroei in omvang toegenomen is.

Maar van de strooken parenchym tusschen de vaatbundels (fig. 9 of 10) is dan in den stam weinig of niets meer te ontdekken. Wel is waar zien wij daar op dwarsche doorsnede, en vooral wanneer men tot het vergrootglas zijn toevlucht neemt, ook lijnen, die in de richting van den straal het hout doorsnijden, maar deze staan met de mergverbindingen in geen verband [1]. Die lijnen toch, **mergstralen** genoemd, loopen in den regel niet tot aan het merg, maar bovendien ziet men ze voortkomen uit alle deelen van het cambium; ze hebben in denzelfden stam ongelijke lengte en, wat op radiale en tangentiale lengtedoorsneden van den stam duidelijk te voorschijn treedt, eveneens ongelijke hoogte en breedte. De mergstralen zijn ook celweefsels, die door het cambium zijn voortgebracht, en niet alleen in het hout, maar ook in de schors worden aangetroffen.

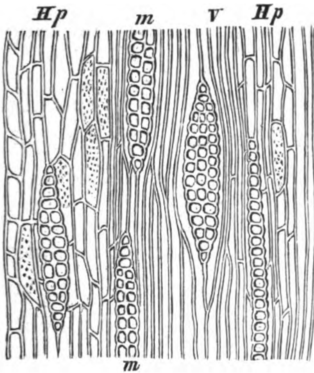
Hoe mergstralen zich onder het microscoop in bovenge-

---

1) Bij eenige boomen (linde, beuk, enz.) komt het voor, dat gedurende de eerste jaren van den diktegroei het cambium, dat gevormd is tusschen de vaatbundels, geen hout voortbrengt maar slechts parenchymweefsel; dit heeft dan met de oorspronkelijke mergverbindingen groote overeenkomst.

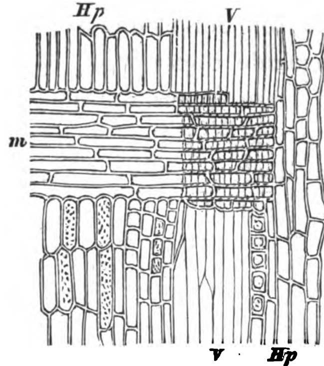
noemde doorsneden kunnen voordoen, daarvan geven de onderstaande figuren een denkbeeld.

Fig. 12.



Overlangsche (tangentiale) doorsnede door Campêche-hout. Vergroot.
m. mergstralen.
V. vezels.
Hp. houtparenchym.

Fig. 13.



Overlangsche (radiale) doorsnede door Campêche-hout. Vergroot.
m. mergstraal.
V. vezels.
Hp. houtparenchym.

Het blijkt uit die afbeeldingen (fig. 12 en 13), dat zij uit een grooter of kleiner aantal cellagen bestaan, zoowel volgens de hoogte als volgens de breedte. De cellen, waaruit elke laag is samengesteld, zijn cilindrisch en met hun grootste as in de richting der stralen geplaatst; hun wand is meer of minder dik en van stippels voorzien. Gedurende de periode, waarin het cambium zijn arbeid heeft gestaakt, d. i. dus tijdens de laatste herfstdagen en des winters zijn de mergstraalcellen met zetmeel gevuld; evenals de vaten dienst doen als reservoirs voor water, vervullen deze cellen, met de elementen van het houtparenchym, die functie voor voedingsstoffen.

16. En wat is er ten slotte, tijdens den diktegroei van den stengel, van het derde gedeelte van het oorspronkelijk aanwezige parenchymweefsel geworden, dat wij in de fig. 9 en 10 door de letter S aangaven, en met den naam van *schors* betitelden?

Ook daarvan meenen wij nog met een enkel woord te moeten gewagen; want hoewel de schors een deel van den stam en diens takken is, dat, wat zijn toepassing in de techniek

betreft, in het vervolg van dit boek niet ter sprake zal komen, zij is van invloed op den bouw van het hout en zijn eigenschappen, en mag dus door ons niet stilzwijgend voorbij worden gegaan.

In den zeer jeugdigen stengel is het parenchym, buiten de vaatbundels gelegen, door een primair weefsel, de zoogenaamde **opperhuid**, begrensd.

Deze opperhuid, die gewoonlijk uit een enkele laag protoplasthoudende cellen bestaat, sluit zoowel hier als bij andere plantendeelen, waar zij voorkomt, de buitenlucht van het inwendig weefsel af.

Eng sluiten die cellen aaneen, zoodat slechts door enkele openingen, die men *huidmondjes* noemt, de intercellulaire ruimten van het parenchym (zie blz. 14) met de buitenlucht in gemeenschap staan.

Die opperhuid verdwijnt bij aan diktegroei onderhevige plantendeelen, zooals bij stam en takken, en maakt plaats voor een **kurkhuid**, wier cellen ook nauw aaneensluiten, zoodat slechts weêr door enkele openingen (*lenticellen*) de buitenlucht in de open ruimte tusschen de parenchymcellen dringen kan.

Deze nieuwe huid ontstaat óf door deeling van opperhuidcellen óf door deeling van aangrenzende parenchymcellen.

Nadat een eerste laag dezer kurkhuid (*phellogeenlaag*) gevormd is, brengt deze op haar beurt, zoowel naar het centrum als naar den omtrek van den stam, nieuwe ringvormige cellagen voort. De laatstgenoemde, n. l. die aan den omtrek, vormen de kurklaag der kurkhuid; alles wat buiten deze kurklaag ligt sterft af.

Bij jonge stengeldeelen blijft éénzelfde phellogeenlaag aanhoudend kurklagen naar buiten afscheiden; bij uitzondering geschiedt dit ook bij *oude* stammen en takken, bijv. bij die van den beuk. In dit geval vertoont de stam een glad uiterlijk.

Maar wordt aanhoudend een geheel nieuwe phellogeenlaag gevormd, die op haar beurt kurklagen aan haar buitenomtrek afzet, dan sterven de oude, daarbuiten gelegen phellogeenlagen voortdurend met hun kurklagen af, zoodat dan ringvormige strooken langs den geheelen omtrek van de schors loslaten,

en deze, zooals bij den wijnstok waar te nemen is, een zeer ruw uiterlijk geven — in dit geval was de eerste phellogeenlaag gevormd door *deeling van parenchymcellen.* (Zie boven).

Wordt slechts over een gedeelte van den omtrek een nieuwe phellogeenlaag gevormd, dan sterven natuurlijk de voorgaande lagen slechts voor dat gedeelte af, zoodat dan ook aanhoudend kleine deelen van de schors loslaten (eiken, ijpen), deze ruw maken, en dikwijls afvallen (plataan), — dit geschiedt gewoonlijk indien de eerste phellogeenlaag door *deeling van opperhuidcellen* is gevormd.

Niet minder als het aan den stengelomtrek grenzende deel van het parenchym S door celdeeling wordt gewijzigd, heeft dit, wat de deelen betreft, die in de nabijheid van den zeefbundel der vaatbundels zich bevinden, plaats door de werking van het cambium.

Dit zet ook jaarlijks aan de schorszijde lagen van bast- en zeefbundels en parenchym af (alle dus secundaire weefsels); maar hier is van die periodieke werkzaamheid niets te bespeuren, want jaarringen worden er niet waargenomen. Wel ontmoet men ook in de schors, even als in 't hout, de zoogenaamde mergstralen, maar reeds op zeer geringen afstand van den cambiumring smelten ze met de zooeven genoemde secundaire weefsels samen.

17. Er blijft ons nu nog over den diktegroei der wortels te beschouwen. Hier treffen wij in den jeugdigen toestand dezer deelen geen collaterale, maar in het centrum slechts één enkelen **radialen vaatbundel** aan.

Deze is van cilindrischen vorm, en bestaat uit één stervormigen houtbundel, waarvan stralen uitgaan naar het den vaatbundel omgevend parenchym. Tusschen twee stralen is een zeefbundel geplaatst; hun aantal, gewoonlijk bij dicotyle wortels 2—8, bij monocotyle 9—20, is dus gelijk aan dat der houtbundelstralen. Tusschen deze en de zeefbundels ontwikkelt zich het cambium, en vormt ook hier weldra, even als in den stengel, een gesloten ring. En op dezelfde wijze als daar, ontstaan ook uit dat cambium de secundaire weefsels, zoowel

de secundaire schors als het secundaire hout, waarvan de bouw weinig verschilt van dien, welken wij bij deze weefsels in den stengel waarnemen. Ook het wortelhout bezit een mergkoker en mergstralen.

Ten slotte zij opgemerkt, dat de periodieke werkzaamheid van het wortelcambium der loofboomen in den zomer aanvangt, door den winter niet wordt gestoord, en eerst in het voorjaar is geëindigd — zij valt dus niet samen met die van het cambium in den stam.

Wij eindigen hiermede ons klein uitstapje op het gebied der plantenanatomie, ten einde nu voor een oogenblik dat der plantenphysiologie te betreden — want ook de kennis van de functiën, die het hout had te vervullen tijdens het leven van de plant, waarvan het eenmaal een deel uitmaakte, is noodzakelijk tot goed begrip van zijn bouw, en ter verklaring van de verschillen, die daarin bij de onderscheiden houtsoorten worden waargenomen.

---

b. Physiologie.

18. De rol, die het hout heeft te vervullen bij de voeding en den groei der plant, wanneer het daarvan nog een deel uitmaakt, is verre van onbelangrijk.

Terwijl andere plantendeelen stoffen opnemen uit hun omgeving, weêr andere, zoo noodig, deze opgenomen stoffen omzetten in plantenvoedsel, dient het hout in wortels, stam en takken *eensdeels als vervoermiddel*, *anderdeels als bewaarplaats* daarvan.

19. Het vervoer van verschillende stoffen is in de plant noodzakelijk.

Het water bijv., dat, zooals wij vroeger zagen, geen gering deel van het houtlichaam uitmaakt, moet van de plaats waar het opgenomen wordt, van de wortels, gebracht worden naar andere deelen. Elke plant toch zal aan de lucht, en al naar haar meerderen of minderen vochtigheidstoestand in verhouding tot dien der lucht, water verliezen. De verdamping zal bij onze boomen, daar zij bij stammen en takken door de ondoordringbare buitenlaag (kurkhuid) verhinderd wordt, voornamelijk plaats vinden in de bladen, met hun groot oppervlak en een opperhuid met talrijke huidmondjes; daarheen dus moet het water worden gevoerd.

Bezit een boom veel bladen, die te zamen een groot verdampingsoppervlak aanbieden (loofboomen), dan zal het quantum te vervoeren water veel aanzienlijker moeten zijn dan bij andere, waar dit niet het geval is (coniferen); en waar telken jare meer bladen ontstaan, zal zeer zeker elk volgend jaar ook meer water moeten vervoerd worden.

Bij naald- en loofboomen wordt dan ook jaarlijks een nieuwe houtlaag gevormd, ten einde de reeds aanwezige lagen in hun

werking, wat watervervoer betreft, te ondersteunen; bij monocotylen (palmen) neemt het houtweefsel niet in dikte toe (zie blz. 18) — een vermeerdering van die afmeting is dan ook niet noodzakelijk, omdat deze monocotylen, na een zeker tijdstip in hun groei, jaarlijks evenveel nieuwe bladen ontplooien, als zij verloren.

20. Hoofdzakelijk zijn de vezels met het watervervoer belast.

Maar hoe kan dit geschieden, daar deze toch in de meeste gevallen geheel gesloten elementen zijn, in wier wanden men wel is waar stippels en spleten, maar toch dikwijls geen openingen vindt?

De waterverplaatsing geschiedt door een bijzondere eigenschap der *vezelwanden;* deze kunnen n.l., terwijl hun volume toeneemt, water opnemen, en dit ook weêr met daarmede gepaard gaande volumevermindering afstaan. Door deze *verandering in volume* onderscheidt het verschijnsel zich van dat, hetwelk, door capillaire werkingen te voorschijn geroepen, bij alle poreuze lichamen wordt waargenomen: het water dringt in de poriën der poreuze voorwerpen — maar bij de celwanden drijft het de kleinste deeltjes, de molekulen, uiteen, zoodat elk molekuul, even als een eiland, door het water wordt omgeven.

Men noemt het verschijnsel **imbibitie.**

Het water, door imbibitie in de vezelwanden opgenomen, verplaatst zich daarin zeer gemakkelijk; werkt er dus naast een kracht, die aanhoudend water in de wanden perst, een andere, die het water daaraan onttrekt, zoo zal er een aanhoudende strooming in het water, een aanhoudend vervoer door de vezelwanden kunnen plaats vinden.

En die krachten zijn in de plant aanwezig.

De wortels n.l. nemen niet alleen het water op, maar zij drukken het bovendien in den stam omhoog — de bladen zijn oorzaak, dat uit de planten aanhoudend water wordt verwijderd: ziehier dus, door de eigenschap der vezelwanden en de som der werkingen van wortels en bladen, het watervervoer door het houtweefsel in de plant tot stand gebracht.

21. Niet onder alle omstandigheden behouden de vezelwanden de eigenschap, om imbibitiewater op te nemen en dit ook te vervoeren; zij moeten daartoe een bepaald watergehalte bezitten. Is dit, bijv. door sterk uitdrogen, niet meer voorhanden, dan is ook voor immer het vervoer onmogelijk geworden.

Zoo verliezen o. a. de vezels in de oudste, meest centrale gedeelten van stammen zeer dikwijls dit vermogen; de vezelwanden van het zoogenaamde **kernhout** worden te droog, zoodat slechts op die der omliggende peripherische houtlagen, het **splint** vormende, de taak blijft rusten om water te vervoeren.

Maar splinthout is niet alleen vochtiger dan kernhout, de imbibitie met water veroorzaakt ook andere verschillen. Het water dringt daarbij toch tusschen de kleinste deeltjes der wanden, en vergroot dus hun onderlingen afstand, waarvan een vermindering der aantrekkingskracht, die zij op elkaâr uitoefenen, een direct gevolg is; de vastheid der vezels in 't splint is dus geringer, maar de buigzaamheid groot, in vergelijking met die van kernhoutvezels. Dit zijn feiten, die voor de mechanische houtindustrie van geen gering gewicht zijn.

22. Bewijzen voor het feit, dat in de door diktegroei gewijzigde stammen onzer boomen het houtweefsel slechts water vervoert, zal men hier ter plaatse niet mogen verwachten — de vraag, waarom het water zich uit dit weefsel, niet in 't omliggende weefsel der schors verspreidt, kunnen wij evenwel niet onopgehelderd laten.

De oorzaak daarvan is te zoeken in de aanwezigheid van weefsels, op de grens van cambium en schors, wier cellen, zonder eenige tusschenruimte samenhangend, van wanden voorzien zijn, die het groote imbibitie-vermogen der hout-celwanden missen. Was zulk een cellenlaag daar niet aanwezig, dan zou het water zich zeer zeker in de intercellulaire ruimten van het parenchymweefsel der schors uitstorten. Deze ruimten, die alle met elkaâr in verband staan, dienen tot het vervoer van de zuurstof, door de planten ingeademd, naar deelen, die daaraan behoefte hebben. Bij een verschil in drukking, op het water en op dit gas uitgeoefend, zoodanig

dat de eerste de overhand heeft, zouden de open ruimten tusschen het parenchymweefsel gevuld worden, en deze dus niet meer aan hun doel kunnen beantwoorden.

23. Maar niet alleen is water noodzakelijk om te gemoet te komen aan de behoefte, die daaraan door de verdamping ontstaat, het is ook noodig voor de vorming van nieuwe cellen, wier celwanden en protoplasten toch voor geen gering gedeelte uit water bestaan, en niet minder tot vervoer van voedingsstoffen door de plant, bepaaldelijk van *anorganische* stoffen (zwavelzure en phosphorzure kali, kalk en magnesia; salpeterzure zouten, enz.).

Deze zouten, door de wortels aan de aarde ontnomen, moeten voor de voeding der plant naar andere deelen worden overgebracht; het vervoer geschiedt in opgelosten staat — het oplossingsmiddel is het imbibitiewater. Langs dezen weg komen de genoemde anorganische stoffen bijv. in de bladen, waar hun elementen (zwavel, stikstof) in verbinding treden met die van reeds aanwezige organische voedingsstoffen (zetmeel, druivensuiker) [1]) en als bouwmaterialen dienen voor de vorming van een ander organisch lichaam, dat meestal in levende plantencellen, met het protoplasma gemengd, voorkomt, n. l. het planteneiwit.

Dat eiwit en druivensuiker niet door 't houtweefsel worden vervoerd, van de plaats waar hun vorming tot stand kwam naar andere deelen in de plant, waar ze verzameld of verbruikt zullen worden, stipten wij reeds ter loops aan; de wegen voor hun vervoer zijn bij de stammen onzer boomen gelegen in de schors — de zeefvaten (blz. 10 en 15) der zeefbundels belasten zich met het vervoer van eiwit, het parenchymweefsel met dat van druivensuiker.

24. Wij hebben nu het hout leeren kennen als vervoermiddel

---

1) Onder den invloed van het licht, worden *water* en *koolzuur*, dat uit de lucht is opgenomen, door de bladgroenkorrels in de cellen van het parenchym der bladen ontleed. Uit de produkten dier ontleding: koolstof (C), waterstof (H) en zuurstof (O) wordt wellicht eerst *druivensuiker* ($C_6H_{12}O_6$) en daaruit, door onttrekking van waterstof en zuurstof, *zetmeel* ($C_6H_{10}O_5$) gevormd.

van water, en zullen nu nog nagaan, hoe het ook als bewaarplaats van water en voedsel een niet minder gewichtige rol in het plantenlichaam vervult.

Reeds bij een vroegere gelegenheid wezen wij op het feit, dat het voornamelijk de vaten zijn, die in het hout als water-reservoirs fungeeren (zie blz. 11); maar ook de vezels, wier wanden het transport mogelijk maakten, nemen aan dit opzamelen deel.

De holle ruimten, door vat- en vezel-wanden omsloten, als de protoplast verdwenen is, worden niet immer door lucht gevuld. Wanneer de verdamping van water uit de plant gering is, drukken toch altijd de wortels het water op; de lucht, die eenmaal in vaten en vezels onder een bepaalde spanning aanwezig is — een spanning die niet gewijzigd wordt door grootere of kleinere drukking der buitenlucht, omdat de lucht in vezels en vaten daarvan afgesloten is [1]) — wordt samengedrukt, ze neemt geringer volume in dan voorheen, en moet de aanwezige ruimte nu deelen met het opgedrukte water.

Die geringe verdamping heeft bij onze loofboomen natuurlijk in het najaar en des winters plaats, wanneer de afwezigheid van bladen een sterke verdamping van water onmogelijk maakt. Maar als zij in het voorjaar hun bladen ontplooien, zijn groote hoeveelheden water noodzakelijk voor den groei, daarna zullen gedurende een groot gedeelte van den zomer en den herfst, enkele regendagen uitgezonderd, aanhoudend groote hoeveelheden water verdampt worden, zoodat in die jaargetijden, vooral in de eerstgenoemde, de hoeveelheid water in vat- en vezelholten aanwezig, meestal tot een minimum wordt gereduceerd.

Men zal nu lichtelijk inzien, dat bij naaldboomen, wier blaadjes niet elk jaar afvallen, zulke kolossale water-reservoirs, als wijde vaten, niet vereischt worden, te meer, daar door den

---

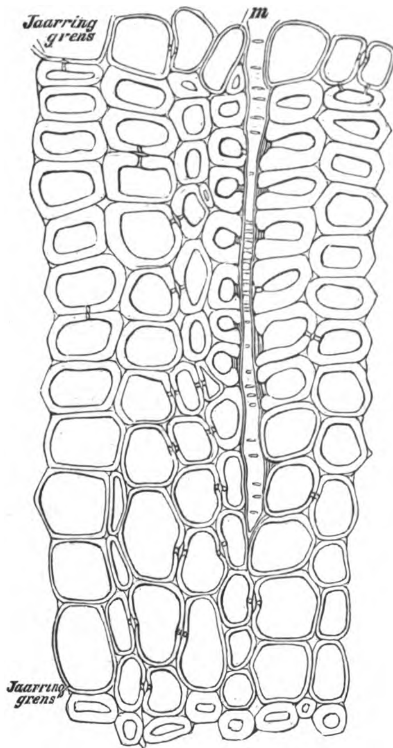
1) Om te voorkomen, dat bij beschadiging der plant, bijv. bij het afbreken van takken, de buitenlucht met die in het houtweefsel zou communiceeren, zwellen dikwijls na de verwonding de houtparenchymcellen op, die meestal de vaten omgeven, en sluiten in het inwendige der houtvaten tredend, de buitenlucht af; de vezels zijn slechts kort, vormen geen doorgaande kanalen, zoodat bij deze elementen die zoogenaamde „thyllen"-vorming niet noodig is.

vorm en het samenstel hunner bladen of naalden toch nooit van aanzienlijke waterverdamping sprake kan zijn.

25. Een gevolg van de imbibitie der vezelwanden met water en van de aanwezigheid van grooter of kleiner hoeveelheden daarvan in vezel- en vatholten, is de vorming van hout van verschillenden bouw, gedurende de jaarlijksche groeiperiode.

Terwijl het voorjaarshout (zie blz. 19) weinig afgeplatte, groote cellen bezit en tal van wijde vaten (bij loofhout), zijn de vezels van het herfsthout plat op doorsnede (fig. 6, 11, 14), en de vaten klein en gering in aantal; ja, deze kunnen daar geheel ontbreken.

Fig. 14.



Dwarsche doorsnede door het hout van den groven den (grenenhout) met mergstraal. In de figuur zijn doorgesneden hofstippels in de celwanden waar te nemen. Vergr. 200 maal.

Alles wijst er op dat het voorjaarshout ontstaan is onder gunstiger, vrijer omstandigheden, dan het hout, dat in 't najaar werd gevormd.

Toen de houtcellen in het voorjaar uit het cambium door celdeeling ontstonden, was nl. langzamerhand ook de groote hoeveelheid water uit de vezel- en vatholten verdwenen, en had de lucht daarin dus een minimum van spanning verkregen. Ook de vezelwanden bevatten minder water; en daar zij door de imbibitie met deze stof minder in de lengte, dan wel in de dikte worden uitgezet, en dit dus een vermeerdering in omvang van het houtlichaam veroorzaakt, had ook een vermindering van het imbibitiewater een vermindering van dien omvang ten gevolge.

De schors, die, rondom het hout gelegen, aan de uitzetting

daarvan weêrstand bood tijdens den meer vochtigen toestand van het houtweefsel, en dientengevolge een drukking daarop uitoefende, zal die drukking nalaten, zoo spoedig het volume van het houtlichaam geringer wordt, m. a. w. zoo spoedig het watergehalte daarin vermindert.

In het voorjaar dus zijn het hout en het cambium bevrijd van den knellenden band der schors, en zal daardoor natuurlijk de ontwikkeling der nieuwe cellen veel vrijer geschieden, dan wanneer die band zich weêr laat gevoelen; dit zal tegen het eind van den zomer langzamerhand weêr plaats hebben, niet minder, doordien intusschen aan het houtlichaam een nieuwe houtlaag is toegevoegd, zoodat dit reeds daardoor in omvang toenam. De vermeerdering van den druk heeft een samendrukken van de nieuw gevormde cellen, een vermindering in de snelheid van hun ontstaan en hun groei ten gevolge, — ze maakt eindelijk in het najaar en in den winter de vorming van nieuwe cellen door het cambium onmogelijk.

26. Ten slotte zij er nog op gewezen, dat het hout in den stam, evenals de schors, als *bewaarplaats* dienst doet van organische voedingsstoffen, en wel van planteneiwit en zetmeel; daarvoor zijn de protoplasthoudende cellen van mergstralen en houtparenchym aangewezen.

Hiermede eindigen wij het eerste Hoofdstuk.

Dat wij daarin slechts feiten konden vermelden, zonder overal bewijzen voor hun juistheid aan te halen, zal een ieder, na 't geen wij met betrekking tot de strekking der voorgaande bladzijden meêdeelden, gemakkelijk begrijpen.

Wie die bewijzen wil leeren kennen, wie bovendien een beter inzicht in den bouw en de functiën van plantendeelen wenscht te erlangen, dan dit door kennismaking met onze oppervlakkige behandeling mogelijk is, dien verwijzen wij naar de leerboeken der plantenkunde, door ons aan het slot van dit boek genoemd.

In de voorgaande bladzijden is o. a. gebleken, *welke* elementen en elementengroepen bij den bouw van 't hout kunnen optreden.

Met een enkel woord werd er ook op gewezen, dat in hun voorkomen, in hun rangschikking, enz. een groote verscheidenheid heerscht.

In 't volgende Hoofdstuk stellen wij ons ten taak, de elementen van 't houtweefsel en de deelen van het houtlichaam meer nauwkeurig te beschouwen, en tevens op den weg der vergelijking het verschil in den bouw der houtsoorten te doen kennen.

Deze beschouwing zal zich slechts over het hout van naald- en loofboomen uitstrekken; het minder belang voor onze mechanische industrie noopt ons om, ten minste voorloopig, de behandeling van het hout der monocotylen achterwege te laten.

Moge nu ook al het ongewapend oog ons in staat stellen het onderscheid tusschen weefsels van verschillende houtsoorten waar te nemen, waar het geldt de oorzaken van dat verschil op te sporen, kan een grondig en nauwkeurig onderzoek met behulp van vergrootglas en microscoop niet worden ontbeerd.

Een dergelijk onderzoek heeft voor den technicus een bijzondere waarde.

Want een juiste kennis van den bouw van het hout zal hem, ten minste in zeer veel gevallen, ook omtrent den aard en de hoedanigheid der mechanische eigenschappen met zekerheid kunnen voorlichten.

Van de waarheid dezer woorden overtuigd, hebben wij niet geaarzeld om in de volgende bladzijden voor alles de aandacht te vestigen op de uitkomsten van het microscopisch onderzoek der houtsoorten.

TWEEDE HOOFDSTUK.

Vergelijking van den bouw der houtsoorten.

---

27. Tusschen het hout van loof- en naaldboomen bestaat een zeer karakteristiek verschil.

Terwijl het *loofhout* samengesteld is uit *vaten*, *libriform-* en *tracheïde-vezels*, *houtparenchym-* en *mergstraalcellen*, treft men in het *naaldhout* slechts de drie laatstgenoemde elementen, en in enkele soorten ook *harsgangen* aan.

Hoe het mogelijk is, dat met dit gering aantal elementen een zoo groot aantal houtsoorten kon worden gevormd, als het plantenrijk ons aanbiedt, zal uit de volgende bijzondere beschouwing dier elementen kunnen blijken.

28. Wij zullen deze beginnen met de behandeling van **houtvaten**, elementen, die, zooals wij zooeven meêdeelden, slechts in loofhout en *nooit* in naaldhout voorkomen.

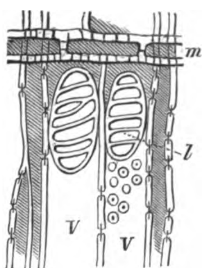
De cellen, waaruit de vaten worden gevormd, zijn door deeling uit cambiumcellen ontstaan (blz. 18). De dwarswanden dezer cellen, of de tusschenschotten in de vaten, maken met de zijwanden oorspronkelijk een meer of minder grooten hoek, die bij den groei zelfs 90° worden kan — voornamelijk wanneer de vaten zich sterk in de breedte ontwikkelen. Is van een dergelijke ontwikkeling geen sprake, dan komen die dwarswanden ook nooit in een horizontaal vlak te liggen, maar zij behouden hun oorspronkelijken meer of minder hellenden stand.

De horizontale dwarswanden zijn meestal *cirkel-* of *ellips-*

3

vormig doorboord, en daardoor bijna geheel en al verdwenen. De hellende worden slechts plaatselijk opgelost, en vertoonen langwerpige openingen of spleten; ze zijn, zooals men dit uitdrukt, *laddervormig doorboord* (fig. 15), en komen o. a. voor in vaten van berken-, elzen- en hazelaarshout.

Fig. 15.



Gedeelte eener radiale doorsnede door een stuk hazelaarshout; l laddervormig doorboorde tusschenschotten in de vaten V, V; m mergstraalcellen. Vergr. 100 maal.

Enkele malen treft men in hetzelfde hout ook vaten aan, wier tusschenschotten op verschillende wijzen doorboord zijn; in 't kastanjehout bijv. zijn slechts de vaten, die in de nabijheid van den mergkoker voorkomen, van laddervormig doorboorde schotten voorzien, terwijl deze bij al de overige vaten slechts ronde openingen bezitten; men neemt dit ook waar in het hout van den beuk en van den plataan.

De vatwanden worden in vergelijking met die van andere elementen zeer snel en ook veel sterker met houtstof doordrongen [1]); reden, waarom zij, door een oplossing van zwavelzure aniline — die met houtstof een geelgekleurde verbinding vormt — meer intensief gekleurd worden dan bijv. vezelwanden.

Ten gevolge van deze aanzienlijke intussusceptie van houtstof zijn de vatwanden ook uitermate broos.

De wanden zijn meestal van stippels, zoowel van spleet- als hofstippels voorzien. Gewoonlijk vertoonen zij dezelfde soort van stippels als de wanden der elementen, waaraan zij grenzen; zijn dit tracheïden, dan zijn ze gehofstippeld; zijn de libriformvezels met zeer kleine hofstippels voorzien, dan vindt men die kleine hofjes ook bij de stippels der aangrenzende vaten (noteboomen-, linden-, haagbeukenhout, enz.)

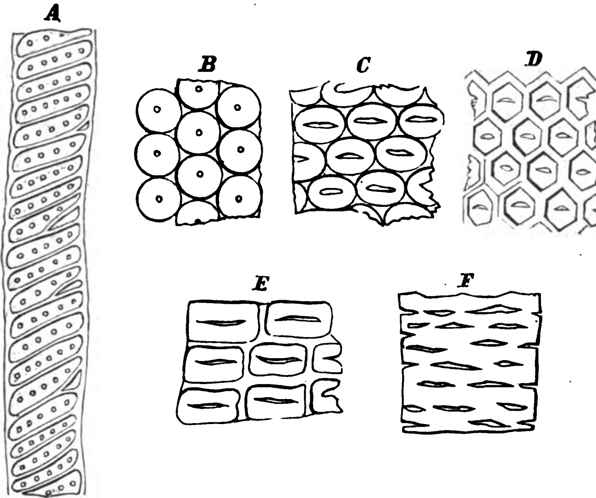
Aan den vorm der stippels zou men enkele houtsoorten kunnen kennen; men zie bijv. de volgende figuren, waarin

---

1) Het afzetten van de houtstofdeeltjes tusschen die der cellulose of in 't algemeen, van vaste deeltjes tusschen andere, reeds aanwezige, wordt *intussusceptie* genoemd.

verschillende wijzen van stippeling van houtvatwanden zijn afgebeeld. Merkwaardig zijn de spleetvormige horizontale stippels op den wand van vaten uit esschenhout. (fig. 16).

Fig. 16.



A. Spiraalvormige verdikking met stippels op een vatwand uit lindenhout.
B. Gedeelte van een vatwand uit ijpenhout.
C. „ „ „ „ „ beukenhout.
D. „ „ „ „ „ ahornhout.
E. „ „ „ „ „ hout van den tulpenboom.
F. „ „ „ „ „ esschenhout.

Een spiraalvormige verdikking der vatwanden komt zeer dikwijls voor.

Nu eens zijn die spiralen *links* (hout van den wijnstok) dan weêr *rechts* gewonden (linden-, seringeboomenhout). Zie fig. 16 A.

Vooral wordt deze soort van verdikking waargenomen, wanneer de vaten aan libriform grenzen; zijn ze naast mergstraal- en houtparenchymcellen gelegen, dan is er van een spiraalvormige verdikking, wanneer men het lindenhout uitzondert, nooit sprake (hout van den eschdoorn, van den wilden kastanje, van den wegedoorn, enz.)

In 't algemeen is de wandverdikking der vaten zeer gering;

een uitzondering op dezen regel vinden wij in 't esschenhout, dat zeer sterk verdikte vaten bezit.

Gewoonlijk kan men de aanwezigheid van vaten in 't loofhout reeds met het bloote oog op een dwarsche doorsnede van een stam of tak waarnemen; ze doen zich dan voor als poriën in het houtweefsel.

Maar veel duidelijker kunnen zij gezien worden, wanneer men een zeer dun schijfje, loodrecht op de draadrichting van het te onderzoeken stuk hout afgesneden, tegen het licht beschouwt, terwijl het oog met een vergrootglas gewapend is; nu is zeer nauwkeurig te zien, op welke wijze de vaten in 't houtweefsel geplaatst zijn, nu kan men hun grootte in alle deelen der jaarringen vergelijken, en allerlei bijzonderheden ontdekken, die voorheen aan de waarneming ontsnapten [1]).

En wat al verschillen bemerkt men, wat de vaten betreft, wanneer men schijfjes van verschillende loofhoutsoorten met elkaâr vergelijkt! Wij zullen eens nagaan, wat zulk een vergelijkend onderzoek aan het licht brengt.

1°. *Wat de plaatsing der vaten betreft.* Vaten worden in alle deelen der jaarringen aangetroffen, maar gewoonlijk zijn zij in het voorjaarshout in grooter getale aanwezig dan in het herfsthout.

Wij merken tevens op, dat de wijze, waarop de vaten in 't voorjaars- en herfsthout voorkomen, voor eenzelfde houtsoort na-

---

1) Dr. H. Nördlinger (Hoogleeraar te Hohenheim in Wurtemberg) heeft in de laatste jaren een reeks van houtdoorsneden (tot heden 1000) in den vorm van duodecimo boekdeeltjes uitgegeven. Deze worden door een korte inhoudsbeschrijving begeleid. De doorsneden zijn zeer fijn en klein, zeer belangrijk voor speciale doeleinden, maar o. i. voor den technicus of voor aanstaande technici van minder waarde dan: „Burkart's Sammlung der wichtigsten Nutzhölzer in characteristischen Schnitten." Het initiatief tot deze uitgave werd genomen door het Bestuur van het *Technologische Gewerbe-Museum* te Weenen, (Directeur: Prof. Dr. W. F. Exner.) De zeer fraaie houtblaadjes, die, ten getale van 120, ongeveer 12 c.M. lang en 5 c.M. breed zijn, geven 40 soorten van hout, in één dwarsche doorsnede en twee lengtesneden (radiaal en tangentiaal) te aanschouwen. Deze collectie, die door een kleine, maar zeer grondige beschrijving wordt begeleid, kost 20 Mark.

genoeg altijd dezelfde is, terwijl zij bij de verschillende houtsoorten zeer afwisselt.

Hier zijn ze, en vooral wanneer hun aantal gering is, gelijkmatig door alle deelen van den jaarring verspreid (wilgenhout), dáár staan ze in groepen bij elkaâr (kleine vaten in haagbeukenhout). Nu eens vormen zij in 't voorjaarshout duidelijk een gesloten ring (eiken-, ijpen-, esschenhout), dan weêr zijn meer concentrische vatringen waar te nemen (populieren [abeelen]-, elzenhout). Ook treffen wij straalsgewijze, evenwijdig met de mergstralen, rijen van vaten aan (pereboomenhout); bij enkele soorten verheffen zij zich in kronkelende lijnen uit het voorjaarshout (populieren [espen]-hout); bij andere komen zij als een breede straal daaruit te voorschijn, om zich in de nabijheid van 't herfsthout te vertakken (hout van den tammen kastanje), enz.

In enkele houtsoorten blijven de vaten steeds tot het voorjaarshout beperkt; wij halen als voorbeeld daarvan slechts het bukshout (zoogenaamd *palmhout*) aan.

Met behulp van de loupe en ten slotte met den microscoop bemerkt men vervolgens met betrekking tot

2°. *de grootte of wijdte der vaten*, dat deze in de verschillende deelen van den jaarring, bij dezelfde houtsoort reeds, zeer verschillen kan.

Zij kunnen in een jaarring soms nagenoeg overal dezelfde wijdte bezitten (azijnhout, plataanhout), terwijl dan in de richting van 't herfsthout de doorsnede slechts iets geringer wordt, maar zeer dikwijls komt het voor, dat men duidelijk twee soorten van vaten, *groote* en *kleine*, kan onderscheiden; zoo bijv. in acaciahout, in eikenhout, in ijpen- en kastanjehout, enz. In 't laatste geval zijn de wanden van beide vatsoorten meestal op dezelfde wijze verdikt, soms evenwel zijn die der groote vaten gestippeld, terwijl de kleine nog bovendien van een spiraalvormige verdikking voorzien zijn (hout van den moerbeiboom, van den ijp, enz.).

Een klein denkbeeld van 't verschil in doorsnede, al naardat de vaten tot het voorjaarshout, of tot het najaarshout behooren, geeft de volgende tabel:

	Diameter der vaten in voorjaarshout	in herfsthout
van esschen	0.14 m.M.	0.064 m.M.
„ hickory	0.248 „	0.035 „
„ linden	0.06 „	0.024 „
„ noteboomen. . .	0.22 „	0.036 „

Wij zien hier tevens, dat de vatwijdte in de verschillende loofhoutsoorten zeer kan verschillen. In 't hickoryhout, dat heden ten dage veel uit Amerika en in bewerkten staat (radvellingen, spaken) tot ons komt, treft men vaten in 't voorjaarshout aan van 0.248 m.M. diameter; ze behooren evenals de groote vaten in 't noteboomen-, esschen- en teakhout (diam. 0.16 m.M.) tot die, welke men zeer duidelijk met het bloote oog kan waarnemen. Moeielijker wordt dit, wanneer de middellijn geringer wordt dan $\frac{1}{10}$ m.M. bijv.

bij berkenhout . . . . 0.085 m.M. gemiddeld
„ echt ebbenhout . . 0.08 „ „
„ elzenhout . . . . . . 0.076 „ „
„ lindenhout . . . . . 0.06 „ „

terwijl zij slechts met den microscoop kunnen waargenomen worden, zoodra zij minder dan $\frac{1}{20}$ m.M. wijd zijn, zooals bij

het bukshout. . . . . 0.028 m.M. gem.
„ pereboomenhout . . . . 0.04 „ „

en andere soorten het geval is.

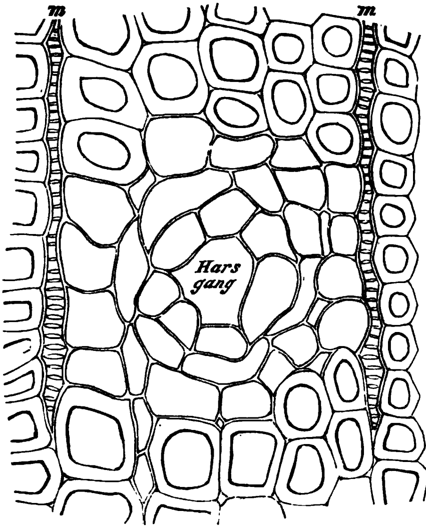
Nördlinger onderscheidt volgens hun wijdte 8 klassen van vaten, waarnaar men de verschillende houtsoorten kan indeelen; wij halen daarvan slechts aan:

Klasse 1. *zeer grove* poriën — hout van den zomereik.
„ 2. *grove* poriën — „ „ „ ijp.
„ 4. *tamelijk fijne* poriën — „ „ „ ahorn.
„ 7. *uiterst fijne* poriën — „ „ „ hulst.

De eerstgenoemde klasse omsluit houtsoorten met vaten van ongeveer 0.2 m.M. doorsnede; de vaten uit hout, dat tot klasse 7 kan gebracht worden, zijn nagenoeg tienmaal kleiner (0.02 m.M.)

Dat de vaten zich in de draadrichting van het hout als ondiepe, fijne voren voordoen, die zich dikwijls door een verschil in kleur van het overige houtweefsel onderscheiden, hebben wij reeds in het vorige hoofdstuk opgemerkt.

Fig. 17.



Dwarsche doorsnede door grenenhout met harsgang; m, m mergstralen.
Vergr. 400 maal.

29. Harsgangen. Wanneer men ook een dun schijtje van enkele *naaldhoutsoorten* — loodrecht op den draad afgesneden — tegen het licht beziet, bemerkt men, soms op groote afstanden van elkaâr, kleine, ronde, donkerbruin gekleurde vlekjes, of, evenals in 't loofhout, kleine openingen in 't houtweefsel. Dit zijn de harsgangen, die meestal aan de grenzen der jaarringen, gevuld met lucht of hars en dan tevens bruin gekleurd, worden aangetroffen. De diameter dezer gangen is nagenoeg dezelfde als die van vaten, maar het aantal, dat in één jaarring voorkomt, is, in vergelijking met dat van vaten op die uitgebreidheid, zeer gering.

Ook op vertikale doorsneden treden deze harsgangen als fijne groepjes van meer of minder lengte of als bruine punten (op tangentiale snede) te voorschijn; want niet alleen komen de gangen in vertikale richting te midden van houtparenchymcellen voor, maar ook in horizontale richting in de mergstralen. Deze gangen staan alle met elkaâr in verbinding.

Hun wand bestaat uit cellen, die waarschijnlijk de hars uitscheiden en haar in de gangen uitstorten (fig. 17).

Bij enkele soorten van naaldhout ontbreken deze gangen; zoo bijv. in hout van den cipres, van den jeneverstruik, van den taxis, enz. Ook in ons dennenhout (van Abies pectinata D. C.)

zijn de harsgangen uiterst gering in aantal [1]); de meening, dat zij in dit hout geheel ontbreken, is dus minder juist.

30. De **houtvezels** worden (zie Hoofdstuk I) naar de wijze, waarop de wanden zijn verdikt, in *libriform-* en *trachëide-*vezels onderscheiden. Wij zullen ook beide vezelsoorten iets nauwkeuriger bezien, en tevens hun voorkomen in het weefsel van verschillende houtsoorten met een enkel woord schetsen.

a. *Libriform-vezels.* Volgens SANIO [2]) zijn als libriform de weefsels te beschouwen, die uit houtvezels van een spoel- of vezelvormige gedaante zijn opgebouwd, wier betrekkelijk sterk verdikte wanden *nooit* een spiraalvormige verdikking, maar zoowel gewone stippels als hofstippels kunnen bezitten — hofstippels, die evenwel in grootte en in vorm van die der vatwanden afwijken.

Men onderscheidt twee soorten van libriformvezels, n.l. *enkelvoudige* en *gedeelde*, al naardat de reeds ontwikkelde en verdikte vezel niet dan al door tusschenschotten in een grooter of kleiner aantal hokjes verdeeld is; het gedeeld libriform (fig. 18 B) komt in vergelijking met de overige elementen zeer weinig in het hout voor (in teakhout, in hout van den wijnstok,) — in vorm komt het geheel met dien van het ongedeelde of enkelvoudig libriform overeen (fig. 18 A).

De langste elementen in het houtweefsel behooren tot het libriform. De lengte der vezels is verschillend, en bedraagt gemiddeld 0.5 m.M.; toch zijn ook libriformvezels van 2 en meer m.M. lengte geen zeldzaamheid. Is het libriform in het hout zeer regelmatig, radiaal geplaatst, dan behouden de vezels de oorspronkelijke lengte der cambiumcellen, waaruit zij ontstonden (hout van den paardekastanje); bij onregelmatige plaat-

---

1) L. DIPPEL. Zur Histologie der Coniferen. (II. *Die Harzbehälter der Weisstanne*, enz.) Botanische Zeitung: Deel 21, blz. 253.

2) Men zie: *Geschiedenis der voornaamste elementen van het hout* in de *Bijdrage tot de kennis der houtanatomie* (Academ. Proefschrift) door Dr. J. G. BOERLAGE. Leiden, 1875.

Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers, door Dr. C. SANIO. Botanische Zeitung: Deel 21, blz. 85 e. v.

sing zijn de vezels altijd aanzienlijk verlengd (ijpenhout, enz.).

De gedaante der libriformcellen kan tweeërlei zijn; zij kunnen geringe breedte in verhouding der lengte hebben en zeer langzaam spits toeloopen, bijv. in ijpen- en eikenhout (zie ook fig. 18), òf bij groote breedte der vezels kan deze over een groot deel der lengte gelijkmatig blijven, terwijl de wanden zich nabij de uiteinden plotseling spits samentrekken (lindenhout, enz.)

De wandverdikking der libriform-vezels is in 't voorjaarshout meestal geringer dan in 't herfsthout, — ten minste als ze in deze lagen van den jaarring voorkomen; het gebeurt n.l., dat dit weefsel, hoewel libriform in alle deelen der jaarringen kan voorkomen, in de genoemde lagen ontbreekt, en slechts in 't middelgedeelte wordt aangetroffen (acaciahout.)

De stippels op de wanden zijn gewoonlijk zeer weinig in getal; de hofstippels zijn, met uitzondering van die op het libriform in eikenhout en enkele andere houtsoorten, altijd zeer klein.

De ruimte, die door de wanden der libriform-vezels wordt omsloten, is meestal met lucht, des winters vooral ook met zetmeelkorrels gevuld.

Ten slotte zij opgemerkt, dat het libriform al dan niet de hoofdmassa van 't houtweefsel kan uitmaken; men vindt dan, òf tusschen het libriform houtparenchymcellen en vaten verspreid, òf enkele libriformvezels tusschen parenchymcellen en vaten. In het eerste geval, wanneer het

Fig. 18.

A Enkelvoudige libriform-vezel uit djatihout (teakhout); } Vergr. 60 maal.
B Gedeelde libriform-vezel " " "

hout dus voornamelijk uit libriformvezels bestaat, kenmerkt het zich door een zeer groote vastheid (azijnhout, djatihout, eikenhout, esschenhout, enz.).

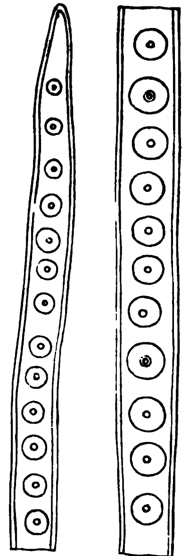
b. *Tracheïde-vezels.* De tracheïden zijn meestal korter en bezitten minder verdikte wanden dan de libriformvezels [1]); vooral zijn ze in loofhout zeer dunwandig en kort in de nabijheid der vaten.

Zeer aanzienlijk is de verdikking daarentegen, wanneer de tracheïden in 't loofhout de hoofdmassa van het weefsel vormen, zooals bijv. in het bukshout het geval is.

De wanden der tracheïden zijn altijd gehofstippeld en meermalen spiraalvormig verdikt.

Bij 't naaldhout zijn de hofstippels der tracheïden veel grooter dan die, welke op die vezelsoort in 't loofhout worden waargenomen; ze bevinden zich op dat gedeelte van den vezelwand, hetwelk in de richting der mergstralen is geplaatst, vertoonen zich dus op een radiale lengtedoorsnede, en, wegens hun grooten diameter, die nagenoeg gelijk is aan de vezelbreedte, meestal in een enkele rij. (Zie fig. 19).

Fig. 19.



Gedeelten van tracheïden uit naaldhout. Vergr. 300 maal.

Slechts bij enkele naaldhoutsoorten zijn de vezelwanden niet alleen gehofstippeld, maar ook met een spiraalvormige verdikking voorzien; het duidelijkst is dit waar te nemen in het hout van den taxis (fig. 20).

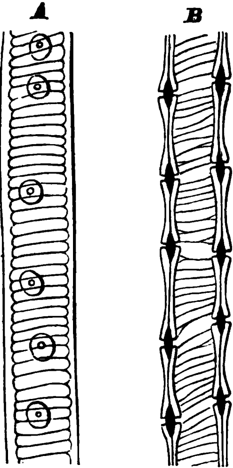
Bij 't loofhout is het aantal stippels vooral aanzienlijk in de nabijheid van vaten; de hofjes, hoewel kleiner dan bij naaldhout, zijn altijd grooter dan die, welke men bij libriformvezelwanden aantreft.

---

1) In het hout van den paardenkastanje bedroeg de lengte der tracheïden 0.26 m.M. die der libriformvezels 0.43 m.M.; in het eikenhout (zomer-) waren de tracheïden 0.48 m.M. en de libriformvezels 0.80 m.M. lang.

De tracheïden zijn, evenals de libriform-vezels, meestal recht; het komt evenwel voor, dat ze gebogen, en daardoor oorzaak zijn, dat het hout moeielijk en niet glad splijt (beukenhout).

Fig. 20.



Spiraalvormige verdikking met hofstippels op den wand eener tracheïde uit taxishout. A radiale, B tangentiale lengtesnede; Vergr. 400 maal.

Zeer dikwijls bekomen de tracheïden aan een der uiteinden kleine openingen en gaan daardoor, wanneer zij tevens in de breedte ontwikkeld, en hun wanden weinig verdikt zijn, in vaten over. Zij vormen als 't ware den overgang tusschen libriformvezels en vaten.

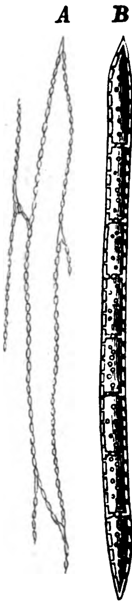
Op verschillende wijzen gerangschikt, kunnen de tracheïden naast libriform en vaten in 't loofhout voorkomen. Het kan gebeuren, dat in 't voorjaarshout de tracheïden niet de overhand hebben, maar dat ze deze eerst in 't herfsthout krijgen; het libriform verdwijnt dan in dat gedeelte van de jaarringen bijna geheel en al. Maar niet zelden ook vormt het libriform de grondmassa, terwijl de tracheïden slechts tot de naaste omgeving der vaten beperkt blijven; zijn die vaten tweeërlei, groote en kleine, dan zijn vooral de laatste door tracheïden omgeven; zoo bijv. in haagbeuken-, acacia-, moerbezieboomhout, enz. (een uitzondering maakt hout van den zomereik en van den tammen kastanje). Komt er slechts één soort van vaten voor, dan treft men de tracheïden dikwijls alleen in 't herfsthout aan, op de grens van 't herfsthout en 't voorjaarshout van een volgenden jaarring, bijv. in espenhout, noteboomenhout, berkenhout, eschdoornhout, enz.

De inhoud der tracheïden is meestal lucht; zij missen protoplasma, en behooren dus ook tot de doode elementen van het hout. De levende, protoplasmahoudende cellen moeten in het houtparenchym en de mergstralen worden gezocht.

Bezien wij ook deze houtweefsels eens achtereenvolgens meer van nabij.

31. Houtparenchym. De cellen of vezels van het houtparenchym zijn korter dan libriformvezels en tracheïden, ook veel minder wijd; hun wanden zijn van gewone stippels voorzien en slechts weinig verdikt.

Fig. 21.



A cambiumcel (tangentiale lengtesnede) uit eikenhout.
B gedeelde houtparenchymvezel uit eikenhout.
Sterk vergroot.

Zij ontstaan uit de cambiumcellen, hetzij zonder, hetzij met gelijktijdige dwarsdeeling. Daarom onderscheidt men ook hier, evenals bij het libriform, *gedeelde* en *ongedeelde* vezels. [1])

De gedeelde vezels treft men dus ten gevolge der vormingswijze altijd als celgroepen aan, die te zamen de gedaante van een cambiumcel vertoonen (fig. 21); die gedaante is in 't algemeen spoel- of vezelvormig.

Het gedeeld parenchym ontbreekt bij de houtsoorten zelden; is dit wel 't geval, zooals bijv. bij het berberissenhout, dan komen de ongedeelde meer of minder spoelvormige vezels te voorschijn (fig. 22). Zij zijn gewoonlijk op dezelfde wijze gestippeld als eerstgenoemde, en vertoonen (evenals deze) groote stippels, ter plaatse waar zij aan vaten grenzen; somwijlen zijn de wanden der ongedeelde vezels van spleetstippels voorzien.

Het houtparenchymweefsel komt op verschillende wijzen gerangschikt in het houtlichaam voor.

Is het in aanzienlijke hoeveelheid voorhanden, dan kan het tangentiaal zijn geplaatst; in meer of minder fijne banden strekt het zich dan loodrecht op de richting der mergstralen uit. Men vindt het in dit geval tevens rondom de vaten geplaatst, of wel het begrenst die elementen aan de zijde van het herfsthout (fig. 23).

---

1) De naam „ongedeelde houtparenchymvezels" werd aan deze vezels gegeven door Dr. J. G, BOERLAGE. Zie *Bijdrage tot de kennis der Houtanatomie*, blz. 41. SANIO gaf ze den naam van „Holzparenchymersatzfasern" of „Ersatzfasern." Botanische Zeitung, Jaarg. 21, blz. 96.

Dikwijls doet het parenchymweefsel zich voor als een vertakking der mergstralen; het omgeeft de vaten dan niet, maar deze worden tusschen die vertakkingen aangetroffen (fig. 24).

Fig. 22.



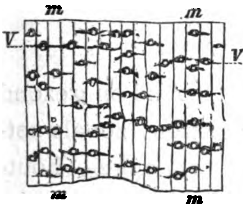
Ongedeelde houtparenchymvezel uit djatihout.
Vergr. 300 maal.

Meestal wordt het gedeelde parenchym door ongedeelde vezels begeleid; toch komt het ook meermalen voor, dat men het eerstgenoemde weefsel door den ganschen jaarring ontmoet, terwijl ongedeeld parenchym slechts in het herfsthout wordt aangetroffen, zooals bijv. in berken-, in elzen-, wilde kastanje-, linden- en noteboomenhout.

Wanneer het houtparenchym een zeer gering gedeelte van het houtweefsel uitmaakt, zooals dit in elzen-, berken-, dennenhout, enz. het geval is, dan kan men het uiterst moeielijk en niet op een dwarsche, maar op een overlangsche doorsnede ontdekken; in andere houtsoorten, bijv. in hickory- en noteboomenhout daarentegen is het zeer gemakkelijk met 't ongewapend oog waartenemen.

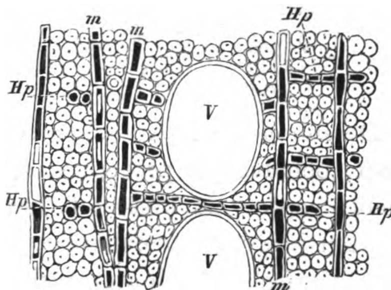
Eigenaardig is het voorkomen van parenchym in de verschillende soorten van eikenhout. Men vindt het

Fig. 23.



Kopvlak van een stuk amaranthout (Copaifera bracteata Benth.) door de loupe gezien.
V vaten aan de schorszijde door houtparenchym begrensd;
m mergstralen.

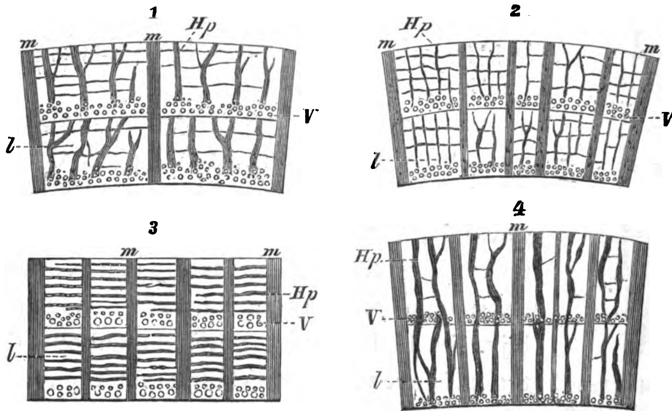
Fig. 24.



Dwarsche doorsnede door een stuk ijzerhout Casuarina equisetifolia L. fil.)
Hp banden van houtparenchym;
V vaten;
m mergstralen.
Vergr. 300 maal.

daar in innig verband met tracheïden en vaten tusschen een weefsel, dat hoofdzakelijk uit libriformvezels bestaat. Neemt men een vergrootglas ter hulp, dan ontwaart men op dwarsche doorsnede radiale banden, die lichter gekleurd zijn dan het omgevend houtweefsel, en die ons door hun verschillend voorkomen in staat kunnen stellen om de eikenhoutsoorten te onderscheiden (fig. 25). (Wij verwijzen naar de bijzondere beschrijving van het eikenhout in het laatste Hoofdstuk).

Fig. 25.



Kopvlakken van stukjes hout van:
1. den ongesteelden of wintereik (Quercus sessiliflora Sm.),
2. den gewonen, gesteelden of zomereik (Q. pedunculata Ehrh.),
3. den Bourgondischen eik (Q. cerris L.) en van
4. den Franschen eik (Q. pubescens Willd), door de loupe gezien.

Hp radiale en tangentiale banden van houtparenchym met tracheïden en kleine vaten;
V groote vaten in het voorjaarshout;
l libriform;
m mergstralen.

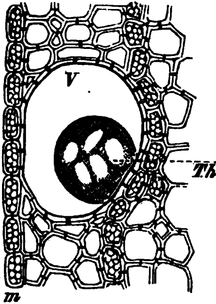
De inhoud der parenchymcellen bestaat, in levend en gezond hout, behalve uit protoplasma, uit voedingsstoffen, zooals zetmeel; verder uit kleurstof, harskorrels, enz. In enkele houtsoorten, bijv. in populieren- en acaciahout, treft men in deze vezels kristallen aan van zuringzuren kalk.

Nog één bijzonderheid van het parenchym verdient zeer de aandacht.

In acaciahout, in eiken-, elzen-, esschen-, kastanje-, ijpen-, djatihout, enz., komt het n. l. zeer dikwijls voor, dat het

parenchym, hetwelk de vaten omsluit, door de stippels der vatwanden dringt, en de vatholten met ronde blaasjes geheel of gedeeltelijk vult, waardoor deze elementen zeer waarschijnlijk in de uitoefening hunner functie worden belemmerd.

Fig. 26.



Dwarsche doorsnede door noteboomenhout (walnoot.)
V vat;
Th thylle;
m mergstraal.
Vergr. 300 maal.

Men noemt deze uitwassen der houtparenchymcellen **thyllen**; fig. 26 maakt duidelijk, op welke wijze zij zich onder den microscoop kunnen voordoen.

Zijn de blaasjes niet te jong, dan bevatten zij zetmeel; in zeer oud hout bestaat hun inhoud slechts uit lucht.

Met uitzondering van het geval, waarvan wij in de noot op blz. 29 melding maakten, ligt de oorzaak van het ontstaan en het doel dezer thyllen nog in het duister.

32. Wij zijn nu genaderd tot een gedeelte van het houtweefsel, dat ons zelfs ter onderkenning der houtsoorten zeer gewichtige gegevens kan verstrekken, n. l. tot de

mergstralen. Uit vorige bladzijden (blz. 20 en 21) is ons hun bouw in 't algemeen bekend. Hier zullen wij nog enkele bijzonderheden omtrent de verscheidenheden in dien bouw vermelden.

Vooraf zij reeds gezegd, dat de verschillen, die men waarneemt, niet slechts te voorschijn worden geroepen door een afwisselend getal cellagen, zoowel volgens de hoogte als volgens de breedte der mergstralen, maar ook veroorzaakt worden door de niet constante afmetingen der mergstraalcellen, en door de verschillende mate van wandverdikking dier elementen.

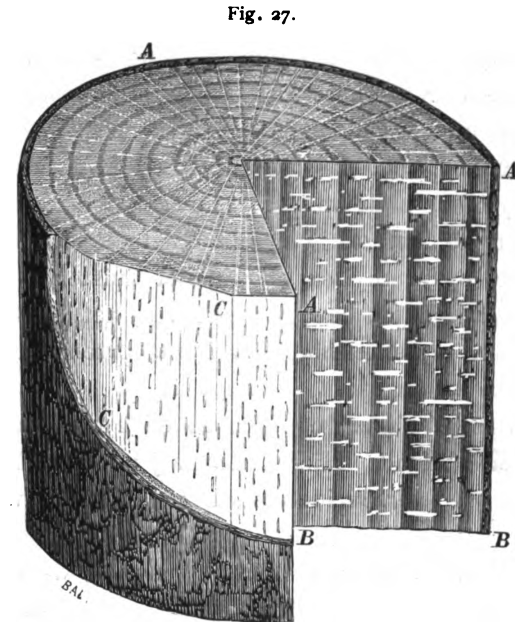
Om het samenstel der mergstralen nauwkeurig te kunnen waarnemen, met het doel ze met elkaâr in hetzelfde stuk hout of in verschillende houtmonsters te vergelijken, is het noodig, voor zoover deze vergelijking slechts met 't ongewapend oog of met behulp van een loupe zal geschieden, dat, behalve één aanzicht, loodrecht op de vezel- of draadrichting (dwarsche snede), ook twee aanzichten, volgens de

draadrichting mogelijk zijn, n. l. één, tevens in de richting der mergstralen (radiale lengtesnede) en een ander loodrecht er op (tangentiale lengtesnede).

In fig. 27, de schematische voorstelling van een stamgedeelte, zijn deze drie aanzichten duidelijk weêrgegeven.

Het vlak AAA, **kopvlak** genoemd, laat ons zien, in welke richting de mergstralen het houtlichaam doorloopen; meestal geschiedt dit, vooral ook wanneer de houtmassa rondom den mergkoker gelijkmatig is verdeeld, rechtlijnig in de richting van de schors naar het centrum van den stam; is die houtverdeeling ongelijkmatig, dan doen de mergstralen op het kopvlak zich als meer of minder gebogen lijnen voor.

Fig. 27.



Gedeelte van een stam (schematisch);
A A A kopvlak;
A B B spiegelvlak, radiaalvlak;
C C tangentiaalvlak.

In de figuur zijn op de dwarsche doorsnede de mergstralen duidelijk zichtbaar, evenals dit ook feitelijk bij vele houtsoorten het geval is; wij herinneren slechts aan eiken- en beukenhout. Toch zou men zich zeer vergissen, indien men meende, dat dit een vaste regel was.

In het hout van naaldboomen, in bukshout, olijfhout, esschenhout, enz. is met het ongewapend oog geen spoor van mergstralen te ontdekken. Neemt men evenwel zijn toevlucht tot het vergrootglas, dan bemerkt men, dat de genoemde houtsoorten toch wel degelijk mergstralen bezitten, en wordt

het onderzoek nu verder uitgestrekt, dan blijkt, dat zij in elk hout, zoowel in dat van dicotylen als van coniferen afkomstig, zonder uitzondering voorkomen. 't Zou dan waarschijnlijk ook aan de aandacht van den onderzoeker niet ontgaan zijn, dat daar, waar reeds met het ongewapend oog mergstralen werden gezien, het aantal bij de vergrooting sterk toeneemt, 't zij doordat naast grove mergstralen zich nu ook tal van fijnere soorten vertoonen, 't zij doordat grove mergstralen in een aantal zeer fijne stralen worden ontleed [1]).

Men ontmoet n. l. in het hout, wanneer men dit op het kopvlak onderzoekt:

1°. mergstralen, die zich duidelijk aan 't bloote oog vertoonen als zeer smalle banden — bijv. in eikenhout, enz.;

2°. mergstralen, die zich aan 't ongewapend oog nog als fijne lijnen voordoen — bijv. in noteboomen-, lindenhout, enz.;

3°. mergstralen, die slechts bij eenige vergrooting kunnen waargenomen worden — bijv. in naaldhout, in acacia-, pereboomenhout, enz. en eindelijk

4°. mergstralen, die met het bloote oog duidelijk zichtbaar zijn, maar bij onderzoek met de loupe blijken te bestaan uit een dichte groep van mergstralen, die elk afzonderlijk, zonder vergrooting, niet zouden worden gezien — bijv. in haagbeukenhout.

Wij zullen dientengevolge onderscheiden:

A. met 't bloote oog *zichtbare*
- *echte*
  - *bandvormige* mergstralen;
  - *lijnvormige* „ ;
- *onechte* mergstralen.

B. met 't bloote oog *onzichtbare* mergstralen [2]).

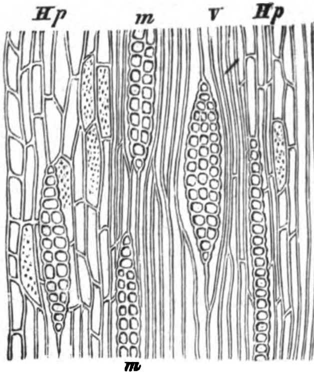
Of de mergstralen met 't bloote oog al dan niet zichtbaar

1) In 't algemeen neemt men waar, dat hoe grover enkele mergstralen zijn in een of andere houtsoort, des te grooter ook het aantal mergstralen *van verschillende fijnheid* is, dat naast de eerste optreedt.

2) Men zal deze benamingen, ter aanduiding der mergstraalsoort, bij de bijzondere beschrijving der houtsoorten terugvinden.

zullen zijn, hangt natuurlijk af van het grooter of kleiner aantal cellagen, die, *in horizontale richting naast elkaâr geplaatst*, te zamen de mergstraalbreedte bepalen. Beziet men onder den microscoop een tangentiale doorsnede van Campêche-hout (fig. 28), dan blijkt, dat de mergstralen op het breedste gedeelte slechts uit één cel of uit twee of drie naast elkaâr geplaatste cellen bestaan; met 't bloote oog zijn in dit hout geen mergstralen waar te nemen, hetgeen bewijst, dat zelfs mergstralen, die in horizontale richting uit drie cellagen bestaan, nog tot de *onzichtbare* behooren kunnen. Wordt dit aantal grooter, bedraagt het eindelijk bijv. acht, tien of meer lagen, dan ontstaan mergstralen, die wij als *bandvormige* qualificeerden.

Fig. 28.



Overlangsche (tangentiale) doorsnede door Campêche-hout. Vergroot.
m. mergstralen.
V. vezels.
Hp. houtparenchym.

Wij merken hier tevens op, dat, indien de mergstralen breed zijn, de vaten en vezels voor de mergstralen uitwijken; is dit niet het geval, en ontmoeten de fijne mergstralen bijv. groote vaten, dan worden de stralen op zij gedrongen, en nemen daardoor een kronkelenden loop aan (mergstralen in ahornhout, in ijpenhout, enz.).

Ook het aantal cellagen *in vertikale richting* (draadrichting) is zeer verschillend. Men kan dit met het bloote oog duidelijk op een tangentiaalvlak (vlak CC in fig. 27) of op een radiale lengtesnede waarnemen — de hoogte der mergstralen, die toch van het aantal dier cellagen afhangt, blijkt dan een weinig standvastige afmeting te zijn.

Op het radiale vlak doen zich de mergstralen voor als meer of minder hooge en lange banden, die loodrecht op de richting van den draad het hout doorsnijden. Door kleur, glans en door hun grooter oppervlak steken ze hier meestal meer dan op een dwarsche snede van het omringend houtweefsel af.

Die glans is oorzaak, dat men de mergstralen ook **spiegels** noemt, en het vlak, waarin ze zich zoo spiegelend vertoonen en waarin lengte en hoogte der mergstralen te voorschijn komen, met den naam **spiegelvlak** betitelt (vlak ABB in fig. 27). Op het spiegelvlak van een of andere naaldhoutsoort bedraagt de hoogte der spiegels zelden meer dan 0.2 m.M. — bij hout van dicotylen is daarentegen een hoogte van 200 m.M. geen zeldzaamheid.

Nördlinger bracht volgens deze afmeting der mergstralen de houtsoorten tot acht klassen [1]); maar een scherpe indeeling der houtsoorten, gegrond op de hoogte der mergstralen, is niet mogelijk, omdat deze op de verschillende punten hunner lengte niet dezelfde blijft.

Wij zullen om die reden en voor zoover ons daartoe geen gegevens ontbreken, bij de bijzondere beschrijving der soorten de afmetingen der enkele mergstraalcellen opnemen; deze toch zijn voor dezelfde houtsoort tamelijk constant, ten minste wat de hoogte (h) en breedte (b) der cellen betreft, maar bedragen natuurlijk slechts honderdste en duizendste deelen van een millimeter. In het volgende tabelletje geven wij, ter vergelijking, de hoogte en breedte van eenige mergstraalcellen aan:

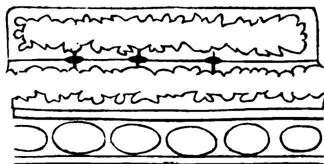
Houtsoorten.	Mergstraalcellen.	
	breedte (b).	hoogte (h).
pokhout	gem. 0.008 m.M.	gem. 0.01 m.M.
hazelaarshout	„ 0 009 „	„ 0.012 „
ijpen „	„ 0.011 „	„ 0.011 „
noteboomen „	„ 0.013 „	„ 0.012 — 0.036 „
hickory „	„ 0.013 „	„ 0.012—0.036 „
beuken „	„ 0.014 „	„ 0.018 „
djati- of teak „	„ 0.016—0.033 „	„ 0.017—0.037 „
ebben „	„ 0.024 „	„ 0.026 „

1)

Klasse.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
mergstraal-hoogte.	boven 160 M.	160 m.M. bijv. in elzenhout.	50 m.M. in zomer-eikenhout.	5 m.M. in beukenhout	2 m.M. in pruimeboo-menhout.	1 m.M. in ahornhout.	0.5 m.M. in esschen-hout.	0.2 m.M. in bukshout.

Wat ten slotte de wanden der mergstraalcellen betreft, deze zijn in den regel sterk met houtstof doordrongen, en gewoonlijk ook gestippeld; bij naaldhout ontmoet men hofstippels.

Fig. 29.

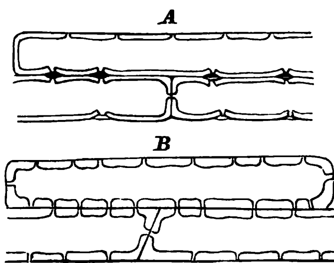


Gedeelte van een mergstraal uit grenenhout (radiale lengtesnede).
De wanden der randcellen dezer mergstralen zijn zeer onregelmatig verdikt — die der centrale cellen van groote stippels voorzien.
Vergr. 300 maal.

Eigenaardig is de wandverdikking dezer cellen bij hout van den groven den (Pinus sylvestris L.), het *grenenhout* van den handel; deze is voornamelijk bij de bovenste en onderste cellen van een mergstraal zeer onregelmatig, zoodat de wand, op een radiale lengtedoorsnede, zich bij sterke vergrooting als *getand* voordoet. (Zie fig. 29).

Ook bij andere naaldhoutsoorten bieden de wanden der mergstraalcellen een zeker middel ter onderscheiding aan; wie slechts eenmaal, onder den microscoop, deze cellen ook in vuren- en dennenhout heeft waargenomen, dien zal de herkenning dezer houtsoorten met behulp van genoemd instrument niet meer moeielijk vallen (fig. 30). Wij komen in het laatste Hoofdstuk nogmaals op deze onderscheidingswijze terug.

Fig. 30.



Gedeelten van mergstralen (radiale lengtesneden).
A uit vurenhout. De wanden der randcellen zijn gehofstippeld, die der overige op de gewone wijze gestippeld.
B uit dennenhout. De wanden van alle mergstraalcellen zijn gewoon gestippeld.
Vergr. 300 maal.

33. Slechts terloops merken wij op, dat ook **de mergkoker**, zoo men dezen aantreft, aan de onderscheiding van sommige houtsoorten kan dienstbaar gemaakt worden. Het al dan niet aanwezig zijn van merg is daarvoor minder van belang, dan de vorm en wijdte van den koker, daar deze voor bepaalde houtsoorten tamelijk standvastig zijn. De doorsnede is, zooals wij voorheen reeds opmerkten (blz. 20), uiterst gering; wel is in wortelhout en in hout van enkele

stammen (lorkenhout) van een mergkoker bijna niets te bespeuren, maar meestal is hij duidelijk waar te nemen en heeft dan een doorsnede van 1—2 m.M. Uitzonderingen zijn natuurlijk voorhanden; bij den berk bedraagt die doorsnede slechts 0.5 m.M., bij den djatiboom 3—5 m.M., bij den esch 4 m.M., bij den fijnen spar (vurenhout) 5 m.M., bij noteboomen 6 m.M., enz.

Op dwarsche doorsnede vertoont de mergkoker, in dezelfde houtsoort, altijd denzelfden vorm; bij eiken is de koker vijfhoekig, bij andere boomen driehoekig (berk) of vierhoekig (spar, djatiboom, buks,) enz.

34. Van meer praktisch belang voor ons is een nauwkeurige beschouwing der **jaarringen**. Wij weten, waaraan ze hun ontstaan in het hout te danken hebben, en hoe ze zich in 't algemeen voordoen. Wanneer men er evenwel toe overgaat om de jaarringen, 't zij in eenzelfde stuk hout, 't zij in stukken van verschillenden oorsprong, met elkaâr te vergelijken, dan bespeurt men, ten gevolge van allerlei omstandigheden, groote verschillen in hun bouw. En deze mogen ons niet onbekend blijven, omdat wij van die afwijkingen, hoewel niet van alle in dezelfde mate, minder ter onderscheiding der houtsoorten, dan wel ter bepaling van enkele physische eigenschappen, partij kunnen trekken.

Jaarringen ontbreken in geen enkele houtsoort; zijn ze somwijlen zeer moeielijk waar te nemen, het hout, *uit onze streken afkomstig*, vertoont meest altijd zeer duidelijk den ringvormigen bouw.

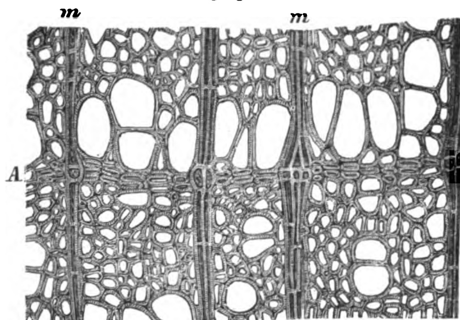
Er zijn verschillende redenen, waarom het herfsthout op ons oog een geheel anderen indruk maakt als voorjaarshout, m. a. w. waarom de jaarringen zich zoo duidelijk afgescheiden vertoonen.

Een beschouwing met den microscoop doet ons dadelijk die redenen kennen.

Men zie bijv. de volgende figuren (31 en 32), die twee doorsneden van verschillende houtsoorten, vergroot, voorstellen: de eene van het hout der grootbladige linde (loofhout), de andere van dat van den jeneverstruik (naaldhout.)

In de eerste plaats merken wij op, dat in het hout van den jeneverstruik, zooals dit in 't algemeen bij coniferen het geval is, het voorjaarshout langzaam in het najaarshout overgaat, terwijl bij het lindenhout die overgang meer plotseling plaats heeft.

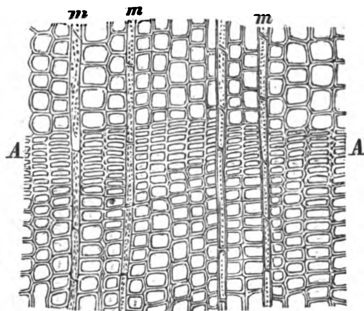
Fig. 31.



Dwarsche doorsnede door lindenhout. (Vergr.)
A A jaarringgrens;
m, m mergstralen.

Vervolgens nemen wij duidelijk waar, dat in beide houtsoorten de ruimten door de celwanden omsloten in 't herfsthout veel kleiner zijn dan in 't voorjaarshout, en dit niet alleen, omdat de celwanden in radiale richting zijn samengedrukt en afgeplat, maar ook, omdat de verdikking der wanden in 't herfsthout veel aanzienlijker is.

Fig. 32.



Dwarsche doorsnede door hout van den jeneverstruik. (Vergr.)
A A jaarringgrens;
m, m, m mergstralen.

Ten slotte blijkt uit fig. 31, dat in het loofhout de vaten op de jaarringgrens geheel ontbreken, en in het herfsthout, wanneer zij daar voorkomen, van zeer kleine afmetingen, van zeer geringe doorsnede zijn, in vergelijking met die in het voorjaarshout; deze aanwezigheid van een groot aantal en wijde vaten in het voorjaarshout van een volgenden ring is een der hoofdredenen, waarom bij 't loofhout de jaarringen dikwijls zoo duidelijk met het bloote oog zichtbaar zijn.

Daar ook de kleur van het herfsthout meestal verschilt van, en donkerder is dan, die van het in 't voorjaar en des zomers

gevormde weefsel, zijn er dus redenen te over, om de grenzen van voorjaars- en herfsthout in opvolgende ringen duidelijk te voorschijn te doen treden, m. a. w. om de jaarringen duidelijk zichtbaar te doen zijn.

Desniettegenstaande laat deze duidelijkheid hier en daar te wenschen over. Bij de houtsoorten *uit tropische gewesten* zijn de jaarringen door den korten duur van het jaargetij, waarin de plantengroei eenigszins beperkt is, meestal zeer moeielijk waar te nemen; en ook bij hout uit onze streken komt het voor, dat de jaarringen niet met het bloote oog, maar eerst bij eenige vergrooting zichtbaar zijn. In het bukshout, gewoonlijk *palm*hout genoemd, is bijv. het voorjaarshout niet zoo donker van kleur als dat, hetwelk gedurende den zomer is gevormd. Met het ongewapend oog meent men dus wel jaarringen te zien, maar bij het gebruik van den microscoop bespeurt men weldra, dat men dwaalt, daar dan het verschil in kleur, en hiermede de grens van zomer- en voorjaarshout verdwijnt; de ware jaarringgrens vindt men zelfs met den microscoop nog moeielijk, daar het herfsthout slechts uit een paar rijen sterk verdikte en samengedrukte cellen bestaat.

Fig. 33.



Kopvlak van een schijf uit den stam van een lorkeboom — op een berghelling gegroeid, in een richting, die met de verticale een hoek van 30° maakt.

In het hout van vertikaal gegroeide stammen kunnen de jaarringen langs hun geheelen omtrek van gelijke breedte zijn. In dat van hellend gegroeide stammen en in takken zijn de jaarringen in het naar de aarde gerichte deel veel breeder dan in het daaraan tegenovergestelde gedeelte; daardoor is ook het hart in dergelijke stammen of in takken uitmiddelpuntig geplaatst (fig. 33).

Ongelijkheid in de breedte van eenzelfden jaarring wordt ook veroorzaakt door het plaatselijk scheuren van de schors tijdens den groei, — 't zij dit geschiedt door uitwendige verwonding, of door de werking van inwendige krachten (zie blz. 22).

De grenslijnen zijn in dit geval zeer dikwijls golfvormig, en wel zoodanig, dat tegenover de plaats waar de schors gebarsten of verwijderd was, de breedte der jaarringen grooter is dan tegenover andere deelen van den omtrek; men treft dit verschijnsel bij vurenhout, bij esschen-, berken-, ijpen-, wilgenhout e. a. zeer dikwijls aan.

Is de breedte van denzelfden jaarring niet gelijkmatig, nog minder is gelijke breedte te verwachten van verschillende jaarringen, 't zij in hetzelfde stuk, hetzij in verschillende stukken van eenzelfde houtsoort.

Takhout en stamhout van denzelfden boom bijv. vertoonen ongelijke ringbreedten. Stamhout van den groven den (grenenhout) heeft smalle jaarringen, wanneer het voortgekomen is op een zeer drogen mergelhoudenden of op een zeer natten bodem — dezelfde houtsoort, afkomstig van een vruchtbaren, eenigszins vochtigen grond, vertoont breede ringen; bij wilgen-, elzen-, en ook bij esschenhout zien wij breede ringen, wanneer het welig op een natte standplaats is gegroeid, enz.

Men zal dus begrijpen, dat het ondoenlijk is om de breedte der ringen als onderscheidingsmiddel der houtsoorten te gebruiken; slechts wanneer men over een dwarsche doorsnede van een ganschen stam beschikken, wanneer men de breedte der verschillende, elkaâr opvolgende jaarringen vergelijken kan, is het mogelijk enkele naaldhoutsoorten en ten minste naaldhout van loofhout te onderscheiden.

Fig. 34.



Kopvlak van een grenen balk.
De jaarringen bereiken snel het maximum van breedte.

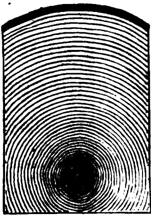
In stammen van den groven den (grenenhout) en den lork (fig. 34) nemen de jaarringen, van het middelpunt uitgaande, zeer snel in breedte toe, om, zoo zij eenmaal een zeker maximum hebben bereikt, weêr langzaam aan naar de schors smaller te worden [1].

1) Hier zij opgemerkt, dat in het stamhout der loofboomen ook de vaten in de jaarringen met den afstand van het hart in diameter toenemen; eveneens de vezels, bijv. het libriform in berken- en elzenhout; dit is in de jaarringen nabij den mergkoker niet zoo dikwandig en wijd als in de buitenste jaarringen.

Ook bij andere naaldhoutsoorten heeft deze aangroeiing, hoewel iets langzamer, somwijlen zeer regelmatig plaats; eveneens de breedtevermindering.

Bij stamhout van den fijnen spar en den zilverspar (vuren- en dennenhout) wordt dit regelmatig verloop, gedeeltelijk ten gevolge der groeiwijze, gedeeltelijk door bijkomende omstandigheden (tijdelijk in verdrukking zijn, beschaduwing van den stam door andere boomen) zeer dikwijls verstoord, zoodat dientengevolge tusschen breede ringen zeer smalle worden waargenomen, en omgekeerd.

Fig. 35.



Kopvlak van een balk van beukenhout.
De jaarringen nemen langzaam in breedte toe.

Bij 't loofhout wordt deze vermeerdering en daaropvolgende vermindering der jaarringbreedte eveneens waargenomen [1]), maar veel langzamer dan bij het naaldhout wordt het maximum van breedte bereikt, en veel aanzienlijker zijn, ten gevolge der groeiwijze, de onregelmatigheden (fig. 35).

Ter bepaling van enkele mechanische eigenschappen van het hout, kan het onderzoek naar de breedte der jaarringen soms nuttig zijn.

Zoo is in den regel dat naaldhout, hetwelk de smalste ringen vertoont, ook het meest vast en dicht; noordsch grenenhout wordt bijv. veel meer op prijs gesteld, wanneer het over een gansche doorsnede van den stam jaarringen bezit van 1 à 2 m.M. breedte, dan wanneer de ringen die maat overschrijden.

Bij loofhoutsoorten daarentegen, voornamelijk bij die, waar

---

1) Door het smaller worden der jaarringen verdwijnt bij sommige houtsoorten somwijlen een weefsel, dat in de oudere jaarringen wel voorkomt; in de breede jaarringen van het moerbeiboomhout bijv. neemt men waar:

1°. een laag voorjaarshout, bestaande uit houtparenchym en wijde vaten;

2°. „ middellaag, bestaande uit libriform, groepen van kleine vaten, tracheïden en houtparenchym;

3°. „ laag herfsthout, bestaande uit parenchym en nauwe vaten.

Bij de vermindering der ringbreedte valt de middellaag geheel weg en daarmede ook het libriform.

de vaten kringsgewijze zijn geplaatst, zou men zeer verkeerd handelen, wanneer men uit een geringe breedte der jaarringen tot een betere qualiteit van het hout ging besluiten. In stammen van eiken, esschen, ijpen, enz., die onder ongunstige voorwaarden zijn gegroeid, vinden wij een zeer zwakke ontwikkeling van houtlagen, dus zeer smalle jaarringen; bezien wij deze evenwel nauwkeurig met behulp van een loupe, dan blijken ze zeer vaatrijk, poreus, en in tegenoverstelling van 't geen men bij 't naaldhout waarneemt, zeer weinig dicht en vast te zijn. In de smalle jaarringen komt het vaatrijke, poreuse voorjaarshout in geen geringer hoeveelheid voor dan in de breede jaarringen; maar het vaste weefsel, dat men daar in de zomer- en herfstlagen aantreft, dat minder met groote vaten doorgroeid, en hoofdzakelijk uit vezels is samengesteld, wier wanden sterk verdikt zijn, dit weefsel voornamelijk ontbreekt in de smalle ringen — het hout moet dientengevolge los en poreus zijn.

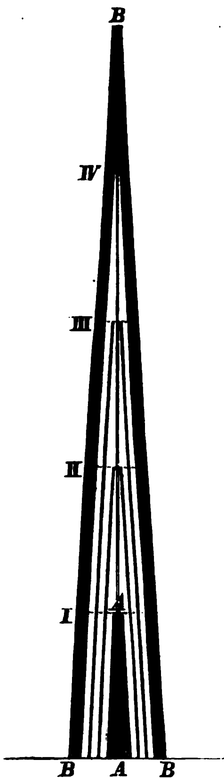
Dit is dan ook de reden, waarom men voor vele doeleinden de voorkeur geven moet aan dat eikenhout, hetwelk breede jaarringen vertoont; maar slechts tot zekere grens gaat met een groote jaarringbreedte een betere qualiteit van het eikenhout gepaard, want worden de ringen breeder dan 5 à 6 m.M., dan leert de ervaring, dat het hout weêr als een minder vaste en duurzame soort moet worden aangemerkt.

Ook volgens de lengte van den stam blijft de breedte van een jaarring niet standvastig; ze verandert, ten minste bij loofhout, op de meest willekeurige wijze. In dit opzicht onderscheidt het hout der loofboomen zich ook van dat der coniferen, wier houtlagen deze onregelmatigheid in veel minderen graad vertoonen.

Zeer zelden kan dus, volgens het door ons meêgedeelde, gelijkmatigheid in het beloop der jaarringen door het houtlichaam worden verwacht — maar, waar ze zich bij een houtsoort voordoet, moet dit door den technicus als een eigenschap beschouwd worden, die niet genoeg naar waarde kan worden geschat.

35. Het is ons ook reeds bekend (zie blz. 27), dat het hout in de achtereenvolgende, jaarlijks afgezette lagen, wier aantal ons door de ringen op de dwarsche doorsnede van den stam wordt aangegeven [1]), niet altijd dezelfde constitutie heeft. Met een enkel woord toch maakten wij melding van een verandering van het hout in het centrale gedeelte van den stam; dit verliest somwijlen een groot gedeelte van zijn watergehalte, daarmede het vermogen tot watervervoer, en onderscheidt zich daardoor van het peripherisch gedeelte van het stamhout.

Fig. 36.



Vertikale doorsnede van het houtlichaam uit een vijfjarigen stam.
Schematische voorstelling.

Dit verschijnsel is voor de praktijk van groot belang, omdat met het verschil in samenstelling dezer stamdeelen ook nog verschillen in technische eigenschappen gepaard gaan; het noopt ons om het **splint en kernhout** hier ter plaatse nog eens nauwkeuriger te beschouwen, dan dit bij een vroegere gelegenheid mogelijk was.

Wij vestigen dan in de eerste plaats de aandacht op het feit, dat niet bij alle houtsoorten kernhout in den stam wordt aangetroffen, 't welk zich door donkerder

1) Wanneer men fig. 36, een schematische voorstelling van de vertikale doorsnede van een 5-jarigen stam (zonder schors), beziet, blijkt dat *de ouderdom van den stam of van den boom, waartoe hij behoorde, slechts door het tellen der jaarringen aan het worteleind* kan worden bepaald. In de figuur wordt door A A de houtlaag voorgesteld, die rondom het merg, tijdens het eerste levensjaar is gevormd — door B B B de houtlaag van het vijfde jaar. De jaarlijksche lengtegroei van den boom wordt door de afstanden I tot II (voor het 2de jaar), II tot III (voor het derde jaar), enz. aangegeven. Bovenstaanden regel in acht nemende, kon men zich bij de bepaling van den waren ouderdom, dien de boomen hadden bereikt, toen zij geveld werden, toch nog vergissen, indien men niet op de mogelijkheid let, dat in sommige jaren *twee* jaarringen bijv. kunnen worden gevormd. Die tweede jaarring heeft dan misschien zijn ontstaan te danken aan een zachten herfst en een tijdelijke staking van den groei in den nazomer, ten gevolge van koud en guur weêr. Meestal komen deze secundaire ringen niet zoo scherp in het weefsel uit als de omliggende; zij zijn dus gemakkelijk te kennen.

kleur en geringer watergehalte, kortom door verschillende eigenschappen, van het splint onderscheidt.

Er zijn n. l. verschillende boomsoorten, door wier stammen het watervervoer, zoowel in de peripherische als in de centrale lagen geschiedt, — stammen die dus geheel uit splint bestaan.

Weêr andere soorten vertoonen in het centrum der stammen of tusschen het kern- en splinthout een grooter of kleiner aantal lagen, die geheel of gedeeltelijk uit een houtweefsel bestaan, dat zich wel eenigszins in kleur en watergehalte, maar overigens in niets van het splintweefsel onderscheidt; deze lagen vormen als 't ware een overgang van splint naar kernhout; wij zullen dit hout met den naam van **rijphout** bestempelen.

Men kan dus onderscheiden:

1°. *splint*boomen, wier stamhout slechts uit splintlagen bestaat;

1°. *rijphout*boomen, met splint- en rijphoutlagen;

3°. *kernhout*boomen, met splint- en kernhoutlagen, en

4°. *kern-rijphout*boomen, die bovendien tusschen splint en kernhout, rijphoutlagen vertoonen.

Als voorbeeld van deze boomsoorten noemen wij:

Splintboomen. (voornamelijk loofboomen.)	Rijphoutboomen. (loof- en naaldboomen.)	Kernhoutboomen. (loof- en naaldboomen.)	Kern-rijphoutboomen. (voornamelijk loofboomen.)
ahorn	a. *naaldboomen.*	a. *naaldboomen.*	esch
berk	fijne spar (vurenh.)	grove den (grenenh.)	ijp
buks	zilverspar (dennenh.)	lork	wilg, enz.
els	b. *loofboomen.*	taxis, enz.	
haagbeuk	beuk	b. *loofboomen.*	
hazelaar	linde	eik	
wilde kastanje, enz.	pereboom, enz.	appelboom	
		noteboom	
		pruimeboom, enz.	
		(alle verfhouten zijn van kernhoutboomen afkomstig.)	

Op de doorsnede van een stam zijn, door het verschil in kleur, kern-, splint- en rijphout meestal duidelijk van elkaâr te onderscheiden; bij rijphoutboomen laat dit nog wel eens te wenschen over; bij kernhoutboomen, bijv. bij den eik, bij den ebbenhoutboom, gouden regen, moerbezieboom, enz. is het kernhout daarentegen dikwijls zeer scherp begrensd.

Het *splint* is voor de techniek minder belangrijk en vindt daar minder toepassing dan het kernhout, omdat het meer aan bederf onderhevig is, veel van insecten te lijden heeft, kortom in den regel te weinig duurzaamheid bezit.

Het grooter of kleiner volume, dat het dus in den stam inneemt, kan ons niet onverschillig zijn, omdat daarvan bij kernhoutboomen bijv. het volume afhangt van het technisch meer op prijs gestelde gedeelte, d. i. van het kernhout.

De breedte der splintlaag wisselt zeer af; zelfs in denzelfden stam bestaat zij aan den voet uit een grooter aantal jaarringen dan in meer naar den top gelegen deelen. Omtrent dit aantal ringen, waaruit het splint bij verschillende houtsoorten bestaat, vindt men bij hun bijzondere beschrijving in het laatste Hoofdstuk nadere gegevens.

De verhouding tusschen het volume van splint en kernhout verandert ook tijdens den groei; is het splint in den aanvang breeder, later kunnen tijdperken aanbreken, waarin de breedte van kern- en splinthout weinig verschilt, of, waarin zelfs de splintlaag smaller is. Daaruit trekke men nog niet het besluit, dat het voordeelig is om een boom eerst dan te vellen, wanneer de dikte der jaarlijksche lagen een minimum wordt, d. i. wanneer de boom hoogbejaard is! Want wat is het geval?

Het kernhout neemt met de jaren nog, wel is waar, in volume toe, maar .... hoe ouder het wordt op stam, des te meer verliest het in qualiteit; men moet hier dus wikken en wegen en tot de velling overgaan, voordat de winst van een grootere hoeveelheid kernhout niet meer zou opwegen tegen het verlies, ten gevolge van de mindere qualiteit.

Het splint onderscheidt zich van het kernhout, behalve door

de reeds genoemde eigenschappen, ook nog door een groot water-opslurpend vermogen.

Brengt men op dwarsche doorsnede van een stam een druppel water, zoowel op een ring in het splint als in het kernhout, dan wordt deze veel sneller door het splint opgezogen — wanneer de ringen ten minste in breedte (en vaatrijkdom bij dicotylen) niet te veel verschillen.

Maar dit alleen voor het geval, dat de kern *gezond*, dat wil zeggen, niet ontstaan is door uitwendige invloeden. Wij zullen dit nader toelichten.

Het *kernhout* schijnt in de ware kernhoutboomen reeds in de eerste jaren van de diktetoeneming in den stengel te worden gevormd; langzamerhand breidt het zich uit, neemt in volume toe, en dikwijls zoo regelmatig, dat zijn grenzen overal nagenoeg even ver van de schors verwijderd blijven.

Er komen natuurlijk tal van uitzonderingen op dezen regel voor; zoo is bij eike- en taxisboomen, e. a. het kernhout dikwijls van uitloopers voorzien, van takken, die de mergstralen somwijlen tot aan de schors begeleiden, enz.

Fig. 37.



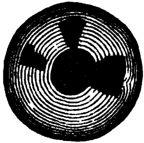
Kopvlak van een ouden ijpenstam.

Het ware kernhout onderscheidt zich dan bij vele niet al te jonge stammen van het omliggende splint door een grooter specifiek gewicht.

Nu zien wij evenwel dikwijls het geval bij oude stammen zich voordoen, dat, hoewel het kernhout zich door de kleur duidelijk van het splint afscheidt, het specifiek gewicht van beide weinig of niets verschilt; en dan is de kern meestal niet op de gewone wijze ontstaan, maar haar vorming een gevolg van hoogen ouderdom of van verschillende uitwendige invloeden. Dergelijk *ongezond kernhout* is in den stam altijd zeer scherp begrensd; meestal omsluit de grenslijn een zeer onregelmatige figuur. Men zie bijv. fig. 37, die een kernhoutvorming voorstelt, waargenomen in een ouden ijpenboom; waarschijnlijk is een deel van deze kern ontstaan ten

gevolge van een hevigen slag of stoot, tijdens den groei aan den stam toegebracht. Uit fig. 38 is zichtbaar, dat het ongezonde kernhout dikwijls niet samenhangt in den stam; de kernvorming, zooals deze figuur ze voorstelt, werd door NÖRDLINGER in een plataanstam opgemerkt, en door hem aan den invloed van de vorst toegeschreven.

Fig. 38.



Eigenaardige kernhoutvorming in den stam van een plataan.

Ook in weeke houtsoorten (wilgen, kanadasche populier, enz.) kan men kernhout in de stammen aantreffen, dat zich kenmerkt door een onaangenamen eigenaardigen reuk, die aan een begin van ontleding doet denken, en dat dus waarschijnlijk ook geen gezond kernhout zal zijn.

Is eindelijk bij die boomen, welke wij als kern-rijphoutboomen onderscheidden, de breedte van den rijphoutring eenigszins aanzienlijk, ook dan zal in den regel het kernhout niet geheel normaal zijn.

Al dit abnormaal gevormde kernhout nu, door welke der genoemde omstandigheden ook te voorschijn geroepen, neemt water niet minder snel dan het omliggende splint tot zich; ja, het komt voor, dat het opslurpingsvermogen zelfs grooter is.

In de volgende Hoofdstukken komen wij op laatstgenoemde eigenschap van splint- en kernhout, afwisselingen in het spec. gewicht, enz., nog nader terug.

36. Het is hier de plaats om nog op een verschijnsel te wijzen, dat men, hoewel zeer ongaarne, bij enkele houtsoorten en vooral bij eikenhout waarneemt.

Midden in 't kernhout van den stam treft men meermalen een houtlaag aan, die in kleur en physische eigenschappen van het omliggende kernhoutweefsel verschilt. Bij eikenhout is de kleur van dezen ring lichter dan die van het kernhout, n.l. wit of geelachtig, zoodat het schijnt, alsof zich te midden van het kernhout een splintlaag gevormd heeft. Men spreekt daarom van **valsch** of **dubbel splint,** of betitelt zulk een houtring met den naam van **maanring**.

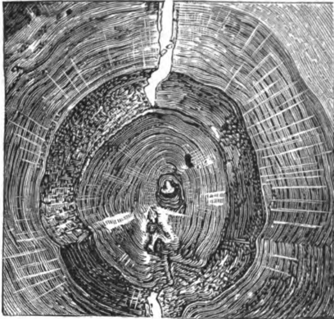
Die valsche splintlaag strekt zich nu eens over een grooter, dan weêr over een kleiner aantal jaarringen uit; meestal is zij

zeer onnauwkeurig begrensd, en gaat het weefsel onmerkbaar in dat van het gewone kernhout over; nu eens bevindt zij zich meer in de nabijheid van het merg, dan weêr verder daarvan verwijderd.

Het hout van dezen maanring is specifiek zeer licht, soms lichter dan het splinthout, en ook meer hygroscopisch.

Dat de maanring op het omliggende hout op den duur geen nadeeligen invloed uitoefent, zooals sommigen meenen, mag worden betwijfeld. Men schreef de vorming tot voor korten tijd aan den invloed van den bodem toe, omdat er gronden zijn, die altijd eikestammen leveren, welke met dit euvel zijn behept. Sedert men evenwel dieper in het wezen der lagere planten, met name der parasieten, die slechts organisch voedsel tot zich nemen, is doorgedrongen, wordt ook het ontstaan van een maanringweefsel aan de tijdelijke werkzaamheid van woekerplanten toegeschreven. In Hoofdstuk IV zullen wij dienaangaande uitvoeriger mededeelingen doen. In nevensstaande fig. 39 wordt een maanring in eikenhout voorgesteld, die reeds in een verregaanden staat van ontbinding verkeert en zich daardoor duidelijk van het kernhout afscheidt.

Fig. 39.



Kopvlakvan een eiken balk met maanring. Een breede scheur (bovenzijde der figuur) heeft het door den ring omsloten kernhout bereikt.

In stamhout van kastanje-, kerse- en noteboomen komen dergelijke ringen ook tusschen het kernhout voor; daar zijn ze nu eens lichter dan weêr donkerder (bij noteboomenhout bijv. donkerbruin) dan het omliggend weefsel gekleurd.

Wij behoeven niet te zeggen, dat, op welke wijze deze maanringen ook gevormd mogen zijn, hun optreden in het hout zeer weinig gewenscht is, omdat dit weinig duurzaam en daarom voor technisch gebruik minder geschikt is dan het gezonde stamhout.

37. Behalve het hout van den stam wordt ook dat van de

takken en wortels der boomen in de industrie mechanisch bewerkt. Daar dit hout in enkele opzichten, wat den bouw betreft, van het stamhout afwijkt, kunnen wij niet nalaten het ook te dezer plaatse aan een beschouwing te onderwerpen.

Een enkel woord over het *vertakken van den stam* of stengel, en den invloed der vertakking op het stamhout moge daaraan nog voorafgaan.

De stam van boomen en heesters is, zooals men weet, *altijd* vertakt. De vertakkingen of takken ontwikkelen zich uit zoogenaamde *zijknoppen* [1]), die ten tijde van den groei in de nabijheid van de opperhuid (zie blz. 22) ontstaan. Hoewel deze knoppen oorspronkelijk zeer regelmatig langs den stengel gerangschikt zijn [2]), is er in den stand der takken meestal weinig of geen regelmaat te bespeuren, omdat vele knoppen niet tot ontwikkeling komen.

Bovendien sterven in den regel de takken aan het benedeneind van den stam spoedig af; hoofdzakelijk, omdat de hooger geplaatste en later gevormde takken het licht onderscheppen, dat voor het leven en de verdere ontwikkeling noodig is. Voornamelijk bij boomen *in een behoorlijk gesloten stand* heeft dit afsterven der oudste takken plaats, wanneer zij nog zeer weinig ontwikkeld zijn; na hun dood vallen zij weldra van den stam af, en laten daarop bijna geen spoor meer achter van hun voormalig bestaan. Maar niet alleen op den stam, ook in het houtweefsel is dan van de vroegere vertakking weinig of niets te bespeuren.

Bij vele boomsoorten, vooral die, welke de zoogenaamde „lichte" houtsoorten leveren, moge nu in bovengenoemd geval,

---

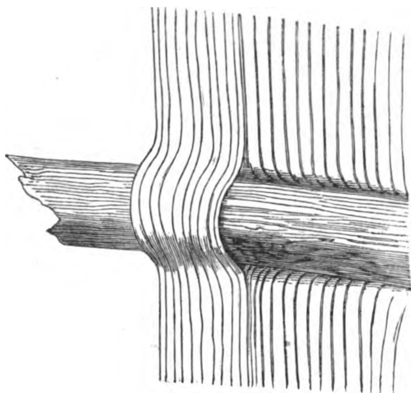
1) Behalve zijknoppen, waaruit zich takken ontwikkelen, bezit de stengel voor den lengtegroei nog een *eindknop*. Wanneer deze op zekeren leeftijd afsterft, hetgeen bij de meeste stammen het geval is, wordt zijn functie door den zijknop overgenomen, die het meest in de nabijheid is.

2) De knoppen ontstaan n. l. in de oksels der bladeren, in het celweefsel van den stengel, dat zich direct boven de aanhechtingsplaats van den bladsteel bevindt. Daar de stand der bladeren aan den stengel regelmatig is, moeten ook de zijknoppen regelmatig geplaatst zijn.

het *spoorloos* verdwijnen van eenmaal gevormde takken aan het benedeneind van den stam regel zijn, het geschiedt geenszins bij exemplaren, die op een vrije standplaats en zonder eenige belemmering zich kunnen ontwikkelen. Wel is waar sterven dan de oudste takken ook nog af, maar meestal eerst nadat zij reeds een tamelijken leeftijd hebben bereikt, en verschillende houtlagen konden gevormd worden in samenhang met de jaarringen van den stam. Het gevolg daarvan is, dat na het afsterven wel degelijk de sporen der vertakking op den stam achterblijven; want al moge ook het overige gedeelte van den dooden tak, door den wind bijv., worden afgerukt, dat, hetwelk zich in de onmiddellijke nabijheid van den stam bevindt, blijft daaraan gewoonlijk vastgehecht en wordt in volgende jaren door het houtweefsel van den in dikte al meer en meer toenemenden stam omsloten.

Op deze wijze komen er in het houtlichaam gedeelten van afgestorven takken, die later, wanneer de stam tot planken wordt gezaagd, tot het optreden van de zoogenaamde **kwasten** en meer bepaald van *doode* kwasten aanleiding geven [1]). Daar dergelijke kwasten in 't geheel niet met 't hen omringend houtweefsel samenhangen, vallen zij gewoonlijk zeer gemakkelijk uit het droge, gezaagde hout, en laten daarin meer of minder groote openingen achter. Komt het doode stuk bij toeval volgens de breedte in een plank, dan ontstaat er na het wegvallen een gootvormige, meer of minder lange holte,

Fig. 40.



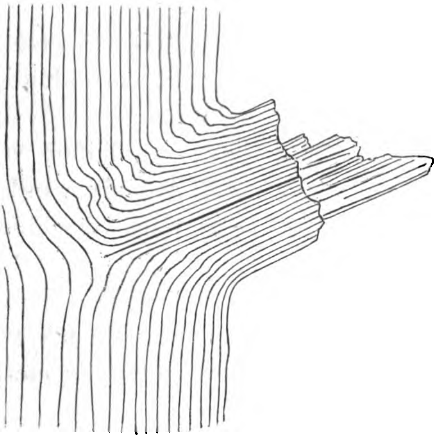
Doode tak in stamhout. Rechts in de figuur is het stamhout aan de voorzijde van den tak weggenomen.

1) Natuurlijk zullen deze kwasten ook voorkomen, wanneer de takken ten gevolge van *snoeien* of door andere oorzaken zijn gedood, en het stamhout over de takstompen is heengegroeid

zoodat op die plaats de vastheid van het hout aanzienlijk wordt verminderd. (Men zie fig. 40).

Gewoonlijk vertoonen zich in het stamhout, ter plaatse waar zich takstompen bevinden, al zeer spoedig verschillende rottingsverschijnsels [1]). Bij naaldhoutsoorten, waarin men harsgangen aantreft, wordt aan deze gewonde plekken spoedig veel hars toegevoerd; een gevolg daarvan is, dat ook het doode takdeel in het hout daarmede gedrenkt en zijn weefsel daardoor zoo hard wordt, dat het aan elke mechanische bewerking een zeer grooten weêrstand biedt.

Fig. 41.



Voorstelling van het innig verband tusschen het stamhout en dat van een levenden tak; verloop der jaarringen uit het stam- in het takhout.

De takken, die niet afsterven, nemen natuurlijk met den stam regelmatig, maar op kleiner schaal, jaarlijks in dikte toe (fig. 41). Wordt dergelijk vertakt stamhout, na van deze levende takken te zijn ontdaan, tot planken gezaagd, dan vindt men op de verbindingsplaatsen van stam en takken ook wel kwasten, maar die nu innig met het omringende weefsel zijn verbonden, en dientengevolge niet zullen uitvallen. De *gezonde* kwasten zijn niet zoozeer gevreesd als de zoo even behandelde; in het naaldhout zijn ook deze kwasten soms zeer hard — minder bij hout van den groven den, dan wel bij dat van den fijnen spar en den zilverspar — niet alleen wegens de geringe jaarringbreedte in de takken (zie blz. 57), maar ook, omdat het houtweefsel van den kwast een tamelijk

1) Zoo spreekt men o. a. van *gepijpte kwasten*, wanneer daarin volgens de lengte door bederf gaten zijn gevormd; al naar den aard van het bederf, zijn die gaten met een geel (*geelgepijpt*) of wit (*witgepijpt*) poeder gevuld. Men onderscheidt ook *bruine* kwasten en *uilige* kwasten, wanneer de inwatering bij de rotting een hoofdrol schijnt te spelen.

groot harsgehalte kan bezitten. De smalle jaarringen zijn ook oorzaak, dat de kwasten in beuken- en populieren- (espen) hout zeer hard zijn; bij het eikenhout en in 't algemeen bij houtsoorten met groote vaten, ringsgewijze in 't voorjaarshout geplaatst, moet het weefsel der kwasten losser en poreuzer zijn dan dat van het omringende hout, enz.

Het behoeft geen betoog, dat al deze kwasten, vooral wanneer zij sterk opeengehoopt in het hout voorkomen, zooals dit bij naaldhout kan plaats vinden, de vastheid van het hout zeer moeten verminderen.

Ter plaatse waar zich kwasten bevinden, zijn de vezels van het stamhout niet meer recht en evenwijdig; zij moeten daar, zooals dit ook uit de figuren 40 en 41 duidelijk is op te maken, gebogen of gekronkeld zijn, waardoor het hout „warreldradig" wordt en daardoor zeer moeielijk te bewerken.

38. Wanneer wij nu tot een bijzondere vergelijking van stamhout en **takhout** overgaan, kan reeds dadelijk worden gezegd, dat door die vergelijking slechts geringe verschillen in den bouw voor den dag zullen komen.

Wij merkten reeds op, dat, en waarom de mergkoker niet in de lengteas der takken geplaatst is; hoe meer de tak van de vertikale richting afwijkt, des te meer verwijdert de mergkoker zich uit het centrum van het houtweefsel.

De mergstralen doen zich in den regel op dezelfde wijze voor als in het stamhout; soms echter treden zij in takhout in grooter hoeveelheid op (bij elzensoorten) of behooren hier tot de „echte" zichtbare, terwijl ze in den stam „onecht" zijn, omdat ze daar uit een dichte groep van elk voor zich onzichtbare mergstralen zijn samengesteld.

De jaarringen zijn veel smaller dan in stamhout, hetgeen ook hier bij loofhoutsoorten, wier groote vaten ringsgewijze zijn geplaatst, tot een groote poreusheid van het hout aanleiding geeft; onregelmatigheden in het verloop der ringen, zooals wij die als een gevolg van het scheuren der schors bij stamhout waarnemen. komen bij takhout minder voor.

39. Het **wortelhout** biedt in zijn bouw in vergelijking met

dien van stamhout eenige verschillen aan, die van geen geringen invloed op de mechanische eigenschappen zijn.

In de eerste plaats hebben de jaarlijks afgezette lagen in het wortelhout veel geringer breedte dan in den stam. Die smalle jaarringen bestaan hoofdzakelijk uit een weefsel, dat te vergelijken is met het voorjaarshout uit den stam; de vaten zijn zeer talrijk in verhouding tot het aantal vezels, hebben dikwijls nog grooter diameter dan die uit 't stamhout, terwijl de vezels, en dit geldt ook voor het wortelhout der naaldboomen, tevens zeer wijd en lang zijn, en zeer weinig verdikte wanden bezitten.

Dientengevolge is het wortelhout weeker en, vooral dat van loofboomen, ook veel poreuzer dan stamhout, te meer daar de vaten er zelden met thyllen zijn aangevuld.

Vervolgens wordt er in de hoofdwortels meestal een mergkoker van zeer geringen diameter aangetroffen; het hout is gewoonlijk zeer onregelmatig rondom dien mergkoker verdeeld, zoodat ook de mergstralen in den regel niet rechtlijnig maar gebogen zijn; nu eens zijn ze ook breeder in het wortelhout (haagbeuk, eik) dan weêr smaller, en loopen dientengevolge meer kronkelend door het houtweefsel dan in den stam (berk).

Eindelijk is het wortelhout in den regel zeer kromdradig; de wortels zijn n.l. dikwijls zeer sterk, en daarbij onregelmatig vertakt, zoodat de vezels niet recht en evenwijdig, maar onderling verward en samengevlochten zijn. Het hout, dat dientengevolge, vooral bij gladde bewerking, een gebloemd of gevlamd uiterlijk vertoont, wordt in de techniek tot de vervaardiging van fineerplaatjes of van kleine voorwerpen gebezigd. Dat wortelhout, overal waar hardheid en vastheid in de eerste plaats vereischt worden, geen toepassing vinden kan, zal, zelfs na 't weinige, dat wij met betrekking tot den bouw meêdeelden, geen nadere toelichting behoeven.

Door een scheikundig onderzoek van het hout zal, blijkens het behandelde in vorige bladzijden, de aanwezigheid van een groot aantal bestanddeelen kunnen aangetoond worden, die gedeeltelijk als bouwmaterialen voor cellen en vaten hadden gediend, gedeeltelijk als reservestoffen in het houtweefsel van den boom waren opgehoopt, toen door de velling een einde gemaakt werd aan zijn voortbestaan.

Wanneer wij de meest gewichtige dezer verschillende bestanddeelen nogmaals en nu eenigszins uitvoeriger ter sprake zullen brengen, geschiedt dit, omdat een goed begrip van de samenstelling en kennis van enkele eigenschappen dezer stoffen, zoo ook van hun verspreiding in de verschillende onderdeelen van het houtlichaam, ons voor den industriëel zeer wenschelijk toeschijnt. Het wordt daardoor bijv. mogelijk om zich rekenschap te geven van verschillen, die men met betrekking tot enkele mechanische eigenschappen zoowel bij hout van denzelfden als van verschillenden oorsprong waarneemt.

Dit zij evenwel gezegd, dat onze kennis van vele der chemische verbindingen, waaruit het hout werd opgebouwd, of die wij in 't weefsel aantreffen, nog zeer beperkt is. Het ruime veld, dat hier den scheikundige ter bebouwing is geboden, werd nog slechts ten deele ontgonnen — op dit gebied wordt zijn arbeid in onze dagen nog slecht beloond.

Een kort overzicht van hetgeen reeds met betrekking tot de scheikundige samenstelling van het hout door de mannen der wetenschap, na moeitevollen arbeid, werd aan 't licht gebracht, zal den inhoud van het volgende Hoofdstuk uitmaken.

DERDE HOOFDSTUK.

Scheikundige samenstelling.

---

40. Het aantal scheikundige verbindingen, dat in 't hout voorkomt, en waarvan het bestaan ons bekend is, is niet gering.

De celwanden bestonden in hun prille jeugd uit een vaste stof, *de cellulose*, en uit *water;* tijdens den groei der plant, waarbij de oorspronkelijke vorm der cel zich wijzigde of geheel verloren ging, veranderde tevens de samenstelling hunner wanden, doordat tusschen en op het cellulose-weefsel *houtstof* en *kleurstoffen* werden afgezet. De holte, door die wanden omsloten, bevat nu eens *eiwitstoffen* en *zetmeel*, dan weêr lucht en water; verder komen nog *looistoffen*, *harssoorten*, *gom*, benevens tal van *anorganische verbindingen* in de verschillende houtsoorten voor.

Al die stoffen maken dus geen deel uit van de *vaste* houtmassa; vele er van worden slechts, door het houtweefsel verspreid, in grooter of kleiner hoeveelheid aangetroffen. Wij zullen toch ook die chemische verbindingen, welke geen bestanddeelen van het vaste houtweefsel uitmaken, maar in 't dagelijksch leven als *bijbestanddeelen* of *sappen* worden beschouwd, in den kring onzer beschouwingen opnemen; wegens den grooten invloed, dien zij op de hoedanigheid van het hout uitoefenen, zijn zij voor ons niet de minst belangrijke.

41. Maken wij een aanvang met de behandeling van een der meest gewichtige bestanddeelen van het hout, n.l.

het **water**, dat òf, al dan niet met andere stoffen verbonden, de holten, door vezel- en vatwanden omsloten, geheel of gedeeltelijk opvult, òf ten gevolge van het imbibitievermogen der wanden de ruimten tusschen hun kleinste deeltjes inneemt. Uitgebreid en talrijk zijn de onderzoekingen, die in den loop onzer eeuw plaats hadden, ten einde te geraken tot een *juiste* kennis van de hoeveelheid water, waarmede de verschillende houtsoorten zijn bedeeld [1]). Desniettemin kunnen wij heden ten dage nog niet op die kennis bogen; het vraagstuk betreffende het watergehalte der houtsoorten wacht nog steeds op een volmaakte oplossing.

De tot heden bekende onderzoekingen zijn, met enkele uitzonderingen, min of meer gebrekkig, of onvolledig; de beste omvatten gewoonlijk slechts weinige houtsoorten, de meeste

---

1) Reeds in 1732 en volgende jaren werd door den Inspecteur-Generaal der Fransche Marine, DUHAMEL DU MONCEAU, het watergehalte bepaald van hout, afkomstig van eiken, die alle denzelfden ouderdom hadden bereikt; de voorbereiding der stukken die ter onderzoeking kwamen, vorderde evenwel zoo geruimen tijd, dat de verkregen resultaten onnauwkeurig moesten zijn. Één feit kwam daarbij aan het licht, 't welk in onze dagen nog niet algemeen als juist erkend wordt, dit n. l. dat het hout des winters saprijker is dan in voorjaars- en zomermaanden. (DUHAMEL, Exploitation des Bois, Dl. I, blz. 340).

Verdere onderzoekingen zijn ons o. a. bekend van:

G. HARTIG. Physikalische Versuche über das Verhältniss der Brennbarkeit der meisten deutschen Waldhölzer, 1804.

G. SCHÜBLER. Untersuchungen über die Temperaturveränderungen der Vegetabilien Tübingen, 1829.

TH. HARTIG. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Berlin, 1840—1851. Men zie ook diens verschillende opstellen, voorkomende in de
Botanische Zeitung, Jaargangen 1858, 1861, 1863, en in de
Allgemeine Forst-und Jagdzeitung:
Jaarg. 1871, blz. 41: Bestimmung des Holz- Wasser- und Luftgehaltes der deutschen Waldbäume, en blz. 121: Periodische Schwankungen des Wassergehaltes der Bäume.
Jaarg. 1876, blz. 6: Wassergehalt des Schaftholzes lebender Pflanzen.

H. NÖRDLINGER. Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1860, blz. 61.
Centralblatt f. das gesammte Forstwesen 1879, blz. 409.

FR. V. BAUR. Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde. Augsburg, 1879.

E. EBERMAYER. Physiologische Chemie der Pflanzen. Berlin 1882. Deel I. blz. 14.

beperken zich tot de bepaling van het verschil in watergehalte in den *verschen of groenen*, en in den *luchtdrogen* toestand van het hout. Prof. Ebermayer droogde stukken van verschillende houtsoorten bij 100° C. en kon nu, in verband met waarnemingen van Prof. Baur, het absolute watergehalte der houtsoorten bepalen. Zijn onderzoekingen strekken zich evenwel voor elke soort slechts uit over het hout van één enkelen boom, zoodat zij door andere moeten worden aangevuld, voor het verkrijgen van juiste gemiddelde waarden.

Wij zullen deze bladzijden niet vullen met lange en korte tabellen, die de resultaten van al de genoemde onderzoekingen behelzen, maar slechts in algemeene trekken datgene mededeelen, wat de onderlinge vergelijking der meest betrouwbare gegevens ons leert [1]).

Onder alle houtsoorten zijn die, welke van coniferen afkomstig zijn, doorgaans het meest rijk aan water; terwijl zij van 52—65 % water bevatten, bedraagt die hoeveelheid 45—55 % voor de lichte en 38—45 % voor de specifiek zwaardere loofhoutsoorten (Ebermayer). Streng gaat natuurlijk deze opgave niet door; tot het naaldhout behoort bijv. ook dat van den lorkeboom met 45—53 % en van den Weymouthspijn met zelfs 77 % water, maar in 't algemeen zal zij van de waarheid niet ver afwijken.

De groeiplaats van den boom, de ouderdom die hij bij de velling bereikt had, het jaargetijde waarin deze plaats vond, en nog andere omstandigheden, oefenen op het watergehalte van zijn hout een grooten invloed uit.

Is, bijvoorbeeld, de boom in een gesloten stand slechts langzaam gegroeid, dan is het hout armer aan water, dan wanneer het afkomstig is van een boom, die een open, vrije standplaats bezat. Ook het hout, door jonge boomen geleverd, is saprijker dan dat van oude stammen. Is de boom in den zomer of in de eerste herfstmaanden geveld, dan is het water-

---

1) Opgaven omtrent het watergehalte vindt men bij de bijzondere beschrijving der houtsoorten.

gehalte van het hout een minimum, in den winter en in de eerste voorjaarsmaanden een maximum; dit geldt voornamelijk voor loofhout, daar het jaargetij op het watergehalte van naaldhout in den regel minder invloed heeft, enz., enz. (Zie de blz. 29 en 30).

Loopen dus de waarden van het waterquantum in hout van verschillenden oorsprong, maar van dezelfde soort, zeer uiteen, niet minder groote verschillen worden in dit opzicht waargenomen, bij vergelijking van houtgedeelten van éénzelfden stam.

Wij weten reeds, dat het watergehalte van het splint veel grooter dan dat van het kernhout is; dit verschil bedraagt van 5—15 %. Maar niet alleen in horizontale richting door den stam, ook in de lengterichting is het watergehalte niet standvastig; in de bovenste, jongste deelen is het aanmerkelijk grooter dan aan den voet, hetgeen bij naaldhout duidelijker dan bij loofhout te voorschijn treedt. Bij laatstgenoemde houtsoorten ontmoeten wij verschillen van 3 à 4 % (des winters) tot 10 % (in den zomer); bij naaldhout 5 a 6 % (in winter en voorjaar) tot 15 en 20 % (in den herfst).

Het meeste water treft men in het takhout aan.

42. In den *groenen* toestand wordt het hout zelden gebruikt; dit geschiedt in den regel slechts dan, wanneer niet alleen het water uit de vezel- en vatholten geheel verdreven en door lucht vervangen is, maar wanneer ook die wanden zelf voor een groot gedeelte daarvan zijn bevrijd.

Eerst dan, wanneer het watergehalte ongeveer 12—20 % van het totale houtgewicht bedraagt, is de grondstof voor het gebruik geschikt, en is zij, wat men noemt, **lucht- of winddroog**. Het hout geeft in dien toestand, wanneer er met den hamer op geslagen wordt, een helderen klank, is in vergelijking met het groene hout veel lichter, en verliest aan de lucht blootgesteld weinig of geen water meer, enz.

Zonder gebruik te maken van kunstmiddelen wordt groen hout gewoonlijk winddroog gemaakt, door het op een droge plaats, onder dak, en met inachtneming van enkele voorzorgen,

die wij later zullen leeren kennen, aan de werking der lucht bloot te stellen.

De overgang tot winddroog hout geschiedt dan evenwel niet zeer spoedig; groen hout vordert daarvoor, zelfs in den vorm van delen en platen, een tijdsruimte van 4—6 jaar [1]). In den beginne vordert de waterverdamping aan de lucht tamelijk snel, zoodat reeds binnen het jaar het gehalte tot op 25 à 30 % kan gereduceerd zijn; het nog achtergebleven water verdampt langzamer, en eerst aan het einde der genoemde periode verliest het hout geen vocht meer aan de lucht.

De hoeveelheid, die nu nog door het houtweefsel hardnekkig wordt teruggehouden, ten gevolge van de groote kracht, waarmede het imbibitiewater niet alleen door de houtvezels opgenomen, maar ook door de houtvezels gebonden wordt, kan men er slechts door kunstmatige verwarming (tot 100 à 105° C.) aan onttrekken; dan eerst wordt het hout *watervrij* [2]). Aan de lucht trekt dit watervrije hout spoedig 12—20 % water aan en wordt daardoor weêr winddroog.

Verschillende omstandigheden zullen overigens op de snelheid van het houtdrogen van invloed zijn. In de eerste plaats zal een flinke luchtstrooming langs het oppervlak van het te drogen hout (kunstmatig, met daarmede gepaard gaande verwarming) de verdamping van het water en daarmede het drogen bevorderen.

Ook de elementaire bouw speelt daarbij geen geringe rol;

---

1) In Hoofdst. XV van den *Instructie-Inventaris voor de Artillerie der Landmacht*, (Breda, 1881) leest men bij de *Algemeene Ophelderingen*, omtrent *eikenhout*, op blz. 131:
„Daar het niet mogelijk is, het hout voor den dienst der Artillerie benoodigd in behoorlijk drogen staat aan te koopen of te doen leveren, ... zoo is men bij de Artillerie genoodzaakt het hout versch aan te schaffen en zelf te drogen. Volgens een ouden „regel rekent men, dat tot het drogen voor 0.0262 M. (één Rijnlandschen duim) dikte „één jaar noodig is, waaruit volgt, dat bijv. platen, dik 0.22 M. acht en een half jaar „en dikkere balken nog meer tijd tot drogen behoeven; deze tijd moet echter als minimum „worden beschouwd, en de voorraad zoodanig worden geregeld, dat het hout wel langer, „maar nimmer korter blijft liggen, alvorens te worden verwerkt."

2) Ten gevolge van de groote kracht, waarmede imbibitiewater in het hout wordt teruggehouden, zinkt ook zelfs het watergehalte van oud meubelhout, (stoelen, tafels, die jaren lang in verwarmde vertrekken stonden) niet beneden 10%.

hout, dat voornamelijk uit elementen met weinig verdikte wanden, bijv. uit tracheïden bestaat, zooals het naaldhout, droogt betrekkelijk zeer snel, terwijl dat, waarin het libriform de hoofdmassa van het weefsel uitmaakt, (niettegenstaande de aanwezigheid van talrijke groote vaten in het voorjaarshout: esschen- eikenhout, enz.) zeer langzaam droogt. En ook aan sommige bestanddeelen van het hout is men genoodzaakt invloed op het drogen toe te schrijven; zoo schijnt het hooge harsgehalte van het hout van den groven den (Pinus sylvestris L. — grenenhout) oorzaak te zijn, dat het in vergelijking met hout van den fijnen spar (Abies excelsa Lam. — vurenhout) en den zilverspar (Abies pectinata D.C. — dennenhout) zoo moeielijk droogt. Vervolgens zullen zich bij het drogen ook atmosferische invloeden doen gelden. Zoo bijv. de vochtigheidstoestand der lucht, haar temperatuur, drukking, enz.; daarom moeten ook het klimaat en het jaargetij in acht genomen worden, wanneer men omtrent den duur van het drogen der verschillende houtsoorten een deugdelijk overzicht wenscht te verkrijgen.

De aanwezigheid van een schors rondom het houtlichaam verhindert het uitdrogen (zie blz. 25) ten sterkste; zoo men dit dus om andere redenen (scheuren) niet wenscht te vertragen, is de verwijdering der schors slechts aan te bevelen; in vele gevallen zorgt de natuur er voor, dat de schors van het gevelde hout, binnen een niet te lang tijdsbestek, afvalt (verrotting, insecten).

Splinthout geeft sneller het watergehalte aan de lucht af dan kernhout [1]); ook aan voorjaarshout, in het algemeen aan los hout, wordt het water in den regel spoediger dan aan herfsthout, of aan een dicht en hard houtweefsel onttrokken. Het spreekt wel van zelf, dat hoe grooter het oppervlak van het te drogen houtstuk is, in verhouding tot het volume, het water ook sneller ontwijken en de duur voor het

---

1) Ongezond kernhout droogt zeer snel; ook hout, dat men in 't dagelijksch leven „rot" of „verstikt" noemt, verliest snel het watergehalte.

drogen benoodigd, korter zijn zal; gansche stammen of zware balken drogen derhalve veel langzamer dan daaruit vervaardigde platen, planken, latten, enz. En daar ten slotte het water door verdamping het gemakkelijkst in de draadrichting, moeielijker in radiale en tangentiale richting uit het hout verdreven wordt, zal ook de verhouding van de grootte der kopvlakken van het te drogen stuk tot die der overige vlakken op den duur van het drogen van invloed zijn.

43. Het drenken van hout met vloeistoffen, een behandeling, die het in de praktijk bijv. voor de conservatie ondergaat, biedt nog een enkel punt ter beschouwing aan, dat wij hier gevoegelijk ter sprake kunnen brengen.

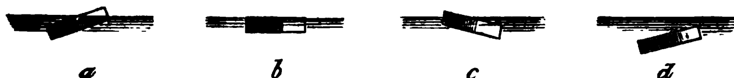
In 't algemeen nemen de houtsoorten, die snel drogen, ook weêr snel water uit een vochtige omgeving op. Hebben de vezelwanden slechts een gering gedeelte van het water verloren, dat zij tijdens de uitoefening hunner functiën in de levende plant bezaten, dan zal het hout in staat zijn dit verloren quantum weêr geheel aan te vullen. Daar dit nu zelden of nooit het geval is, en de vezels van bouw- en werkhout in den regel in zoo hooge mate zijn uitgedroogd, dat dientengevolge hun imbibitievermogen voor een groot gedeelte en voor immer werd opgeheven (zie blz. 27), zal zulk hout, zelfs na langdurige onderdompeling in water, niet meer zoo groote hoeveelheid vloeistof kunnen opnemen. Wel zullen zich de vezel- en vatholten vullen, maar het aanzienlijke volume, dat het water vroeger als imbibitiewater tusschen de kleinste deeltjes hunner wanden innam, is en blijft nu veel geringer.

Het is overigens duidelijk, dat houtsoorten met groote wijde vaten, vooral de gedeelten waar de vaten zich bevinden (voorjaarshout bij eiken, esschen, ijpen) zeer snel water zullen aantrekken, en dat ook het lossere splint zich sneller met water vullen zal dan rijphout, en dit weêr spoediger daarmede verzadigd zijn zal dan kernhout.

Van de waarheid van dit laatstgenoemde feit kan men zich door een eenvoudige proef overtuigen. Een blokje eikenhout

met splint aan het eene en kernhout aan het andere uiteinde, zal, omdat dit laatste specifiek zwaarder is, in water zoodanig drijven, dat het kernhoutgedeelte het diepst is ingedompeld.

Fig. 42.



(a in fig. 42). Het splint neemt evenwel sneller water op dan kernhout, zoodat dus weldra het oogenblik intreedt, dat het splint even zwaar, ja zwaarder dan het kernhoutdeel wordt (b en c in de fig.). In het laatste geval is het splintgedeelte dus op zijn beurt dieper ingedompeld dan het kernhout. Ten slotte neemt het stukje hout weêr de oorspronkelijke stelling in, daar nu ook het kernhout zich verzadigd heeft (d in de fig.).

Overigens zal het harsgehalte, evenzeer als op den duur van het drogen van het hout, ook op dien van het drenken van invloed moeten zijn. De meeste omstandigheden, die het snelle drogen bevorderen, zullen ook een snelle bevochtiging door het geheele houtlichaam ten gevolge hebben (groot oppervlak, groote kopvlakken, enz.).

Vervangt men het water door oplossingen van metaalzouten (kopervitriool, zinkchloried, kwikchloried, enz.) of door andere vloeistoffen (carbolzuur, zware steenkolenteerolie, enz.), dan zullen zeer zeker diezelfde omstandigheden de drenking blijven bevorderen of tegenwerken, hetgeen dan ook in de praktijk der houtbereiding blijkt.

Het hout van splint- en rijphoutboomen (beuken-, haagbeuken-, elzen-, dennen-, vurenhout, enz.) kan veel gemakkelijker en beter geïmpregneerd worden dan dat van kernhoutboomen (eiken-, grenenhout). Wel kan bij laatstgenoemde houtsoorten het splint nog goed gedrenkt worden, eveneens het aan de kopvlakken grenzend gedeelte, maar in het kernhout laat de volkomen verzadiging in den regel te wenschen over.

Het is een feit, dat slechts vezels uit gezond hout gemakkelijk

met vloeistof worden doordrongen; bij ongezond kernhout, dat bijv. in oude rijphoutboomen (beuken) wordt gevormd, laat dit zeer veel te wenschen over; reden waarom men ook bij de bereiding voor de conservatie met den ouderdom van het hout moet rekening houden. Grenenhout laat wegens het hooge harsgehalte een dergelijke bereiding moeielijk of in 't geheel niet toe.

Wij kunnen hiermede van het water als bestanddeel van het hout afscheid nemen; de verschijnsels, die met het af- en toenemen van het watergehalte gepaard gaan, het *krimpen* en *zwellen* van het hout en de gevolgen van dien, zullen wij wegens het hooge gewicht voor de praktijk in het Hoofdstuk over de Technische eigenschappen, aan een uitvoerige behandeling onderwerpen.

44. De bestanddeelen, die nevens water in het hout voorkomen, zijn gedeeltelijk van *anorganischen*, gedeeltelijk van *organischen* aard.

Men kan zich daarvan door verbranding van het houtweefsel zeer gemakkelijk overtuigen. De anorganische stoffen toch zijn voor geen verbranding vatbaar, ze smelten of sintelen samen, en vormen de **houtasch**; de organische daarentegen, met koolstof als een nooit ontbrekend element, verbranden, worden in verschillende gasvormige verbindingen omgezet, en in dien toestand verwijderd, misschien voor een klein gedeelte (koolzuur) door de anorganische stoffen gebonden.

In *volkomen* luchtdroog hout, met een watergehalte van 12—15 %, bedraagt het gehalte aan organische stoffen ongeveer 85—87 % en dat der anorganische 0.4—0.8 %.

45. Het aantal scheikundige elementen, dat in de *organische* bestanddeelen van het hout wordt aangetroffen, is gering; voornamelijk treden vier elementen op, n. l. koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof.

Uit verschillende onderzoekingen blijkt, dat de hoeveelheden van deze elementen in de onderscheiden houtsoorten niet aanmerkelijk van elkaâr afwijken. Het koolstofgehalte van het bij 100—105° C. gedroogde, watervrije hout variëert tusschen

48 en 51 %; dit neemt dus een aanzienlijke plaats onder de samenstellende elementen van het hout in. Dan volgt de zuurstof, die van 43—46 % en eindelijk de waterstof, die 6—6.5 % van het totale gewicht van het gedroogde hout uitmaakt.

In verhouding tot de hoeveelheid dezer elementen, is het stikstofgehalte in het hout zeer gering, want watervrij stamhout bevat gemiddeld 0.5 % stikstof; en dit is niet te verwonderen, daar de voornaamste en verreweg de meeste bestanddeelen van het hout uit stikstofvrije verbindingen bestaan. Voornamelijk is de stikstof afkomstig van de in het houtweefsel aanwezige eiwitstoffen; er komen nog wel anorganische stikstofverbindingen in den vorm van ammoniak- of salpeterzure zouten voor, maar de hoeveelheid daarvan is te gering, dan dat zij op het totale stikstofgehalte een merkbaren invloed zouden uitoefenen.

Volledigheidshalve vermelden wij hier, dat in 't eiwit ook zwavel als een der elementen optreedt; daar het evenwel slechts 1 % van het totale eiwitgewicht uitmaakt, is het zwavelgehalte van het hout uitermate gering, en komt bijna niet in aanmerking. Ook het feit, dat met het eiwit steeds een anorganisch lichaam *gemengd* voorkomt, n. l. phosphorzuur gebonden aan een of andere basis, stippen wij eveneens slechts aan, daar wij er later op terugkomen.

46. Aanzienlijker is het aantal elementen, dat wij in de *asch* der houtsoorten aantreffen.

Hoofdzakelijk bevat zij oxyden of zuurstofverbindingen van metalen, als kalium, calcium, magnesium, ijzer en mangaan; zeer zeker kwamen vele dezer oxyden in het hout voor, gebonden aan organische zuren (bijv. zuringzuur), maar in de asch vindt men het meerendeel als koolzure, zwavelzure, kiezelzure en phosphorzure zouten terug. Behalve metalen en zuurstof, zijn in de asch dus ook de elementen koolstof, zwavel, silicium en phospor voorhanden.

Wanneer wij het koolzuurgehalte der asch buiten rekening laten, (omdat dit gas gevormd is bij de verbranding, uit de koolstof der organische stoffen, en dus eerst daarna door de

metaaloxyden werd gebonden, zoodat het als geen deel der anorganische bestanddeelen van hout kan beschouwd worden), bedraagt het aschgehalte ongeveer 0.2—0.5 % van het gewicht der droge houtmassa. In het stamhout der loofboomen wisselt het af tusschen 0.3 en 0.5 %, in dat der coniferen tusschen 0.2 en 0.3 %; in het naaldhout is het aschgehalte dus geringer dan in het loofhout. Dit stemt overeen met de waarneming, dat, in vergelijking met loofboomen, de naaldboomen immer geringer eischen stellen aan den grond, ten opzichte van de hoeveelheid benoodigde anorganische stoffen; de grove den (Pinus sylvestris L.), wiens hout (grenen) het geringste aschgehalte heeft, tiert zelfs in gronden, die met anorganische stoffen uiterst karig zijn bedeeld.

De aard van den grond is op het aschgehalte van het hout niet zonder invloed; een geschikte bodem levert hout met grooter aschgehalte dan een slechte grond; en bevat deze bijv. veel kalk, dan kan dit ook in de asch van het hout der boomen, die er in groeiden, het geval zijn (djatihout).

Het hout van eenzelfde boomsoort, dat onder dezelfde omstandigheden werd gevormd, maar van stammen afkomstig is, die in verschillende jaargetijden werden geveld, vertoont eveneens verschillend aschgehalte; zoo ook splint- en kernhout, stam- en takhout van denzelfden boom, enz.

Het kan dus na deze algemeene opmerkingen geen verwondering baren, dat de opgaven der verschillende onderzoekers omtrent het aschgehalte der houtsoorten zeer uiteenloopen. Men zal daarom ook de lange tabellen, de resultaten dezer onderzoekingen behelzende, hier te vergeefs zoeken [1]).

---

1) Wij verwijzen voor de resultaten van onderzoekingen over het aschgehalte der houtsoorten en de samenstelling der houtasch naar:

Aschenanalysen von land- und forstwirthschaftlichen Producten, Fabrik-Abfällen und wildwachsenden Pflanzen. Einheitlich berechnet und mit Nachweisung der Quellen systematisch geordnet nebst Notizen über das untersuchte Material und verschiedenen Uebersichts-Tabellen, door Dr. EMIL WOLFF. Deel I en II (onderzoekingen tot aan het jaar 1880). Berlijn, 1871 en 1880.

47. Meer belangrijk zullen voor den lezer enkele korte mededeelingen zijn omtrent de *anorganische verbindingen*, die in het hout aanwezig zijn, en voor het grootste gedeelte in de asch van het hout worden teruggevonden. Wij zeggen „voor het grootste gedeelte", want, zooals wij reeds met een enkel woord opmerkten,

ammoniak en salpeterzure zouten worden niet in de asch aangetroffen, om de eenvoudige reden, dat de geringe hoeveelheid dezer stikstofverbindingen bij de verbranding van het hout, ontleed wordt.

Het feit, dat toch in verschillende houtsoorten ammoniakzouten voorkomen, wordt o. a. daardoor bewezen, dat zich uit sap van den suikerahorn en den berk, ('t welk wegens het suikergehalte aan den stam, en ook aan het hout van den stam dezer boomen onttrokken wordt), na toevoeging van kalk, ammoniakgas ontwikkelt.

De reden, waarom deze verbindingen in zoo geringe hoeveelheid in den plantenstengel worden aangetroffen, is waarschijnlijk deze, dat zij, na door de wortels uit den bodem te zijn opgenomen, zeer spoedig door den stam naar de bladeren worden afgevoerd (zie blz. 28), om daar tot de vorming van eiwitstoffen mede te werken.

48. Onder de aschbestanddeelen verdienen in de eerste plaats die stoffen onze aandacht, die de scheikundige met den naam van *basische metaaloxyden* bestempelt.

Als een der gewichtigste daarvan kan de

kali (of het kaliumoxyd) worden genoemd. Deze basis is in de plant tot zetmeel- en suikervorming, zoowel als voor het vervoer dezer produkten, onontbeerlijk. Zij komt daarin voor in verbinding met wijnsteenzuur, zuringzuur en andere organische zuren, die bij de verbranding tot koolzuur overgaan en zoo aanleiding geven tot de meergemelde vorming van een koolzuur zout; in dit geval van koolzure kali of potasch.

Het kaligehalte in naaldhout is in den regel geringer dan dat in loofhout, en wel zooveel geringer, dat men in de praktijk der chemische industrie, die de bereiding van potasch uit

houtasch ten doel heeft, verreweg loofhout (beukenhout) boven naaldhout verkiest; in loofhout bedraagt dan ook het kaligehalte der asch 20—30 %, in naaldhout overtreft het zelden 20 % van het aschgewicht [1]).

In verschillende deelen van het stamhout is het kaligehalte ook niet hetzelfde. Bij onderzoek van asch van splint- en kernhout, afkomstig van een 50-jarigen eik, bleek, dat het jonge hout bijna driemaal meer kali bezat, dan dat uit de centrale deelen van den stam (per kub. meter hout: 398 gram in de asch van het splint, 146 gr. in die van 't kernhout).

Wanneer hout geruimen tijd in water ligt, vermindert het kaligehalte; het water schijnt, onder meer, uit het hout een gedeelte der kalizouten te extraheeren, reden, waarom ook hout, dat per vlot vervoerd werd, voor de potaschfabrikatie niet gewenscht is.

Kalk (of calciumoxyd) draagt er waarschijnlijk toe bij om aan de celwanden, die met houtstof doordrongen worden, nog meerder vastheid te verleenen; het bewijs daarvoor zoekt men in de omstandigheid, dat men vooral in plantenweefsels, die dergelijke cellen bezitten, niet alleen steeds kalk aantreft, maar dat ook de hoeveelheid daarvan, bij toenemenden ouderdom der weefsels vermeerdert. Bovendien zullen de kalkzouten naar alle waarschijnlijkheid ook meêwerken bij de omzetting van stikstofvrije voedingsstoffen in cellulose.

De kalk is meestal aan zuringzuur gebonden in oude organen van de plant, in den kristalvorm afgezet [2]) (zie fig. 11). Ook als een zwavelzuur en phosphorzuur zout komt het in hout voor; in laatstgenoemden toestand treft men de kalk bijv. in

1) Het kaligehalte van beuken- en eikenhoutasch bedraagt ruim 30 %.

Het hout van den zilverspar (dennenhout) maakt een exceptie op den regel dat naaldhoutasch armer aan kali is dan die van loofhout; in de asch van het kernhout van een 144-jarig exemplaar vond men ruim 51 % en in de splintasch ruim 35 % kali (K_2O).

2) Daar *calcium* als koolzure kalk een zoo groot bestanddeel der meeste grondsoorten uitmaakt, nemen de planten dikwijls meer daarvan op dan zij noodig hebben, en zonderen het overtollige daarvan als kristallen van zuringzure kalk in bijzondere cellen af. *Leerboek der Plantenphysiologie ten gebruike bij het Hooger Onderwijs* door Prof. HUGO DE VRIES. bl. 186. Amsterdam, C. L. BRINKMAN. 1880.

het djati- of teakhout aan. De Heer CORDES, Inspecteur van het Boschwezen in Nederlandsch-Indië, deelt dienaangaande mede [1]), dat zich „dikwijls geheele kalkringen van aanzien- „lijke dikte, soms ter dikte van eenige jaarkringen, tot aan- „merkelijke hoogte uitstrekken, of wel is de kalk in zoo „groote hoeveelheid verspreid dat het hout daardoor een geheel „witachtig aanzien verkrijgt.... Die kalk vormt zich in alle „deelen van den stam tot nabij het merg; in vele oude boomen „vond ik zelfs het hart van den grond af tot op verscheidene „ellen hoogte met een kolom kalk gevuld.... Bij een schei- „kundig onderzoek door den Heer D. PLES bleek zulk een „kalkafzetting te bestaan uit phosphorzure kalk."

Dat zulk een groot kalkgehalte de waarde van sommige exemplaren dezer houtsoort zeer vermindert, behoeft geen betoog.

Magnesia (of magnesiumoxyd) komt in zeer geringe hoeveelheid in het hout voor; volgens eenige onderzoekingen blijkt het magnesiagehalte in het watervrije hout slechts gemiddeld 0.02 % te bedragen. Wellicht is deze basis in 't hout ook aan phosphorzuur gebonden.

IJzer werd als ijzeroxyd in verschillende houtaschsoorten bepaald, maar altijd slechts in geringe hoeveelheden aangetroffen.

Dit metaal dient niet, zooals men zulks voor de overige organische stoffen vooronderstelt, tot de vorming of het vervoer van voedingsstoffen, maar is toch voor den groei indirect onmisbaar, daar het als vast bestanddeel optreedt van het *chlorophyl*, de groene kleurstof der bladeren, die voor de productie van druivensuiker en zetmeel in de eerste plaats noodzakelijk is. Een ander metaal,

mangaan, wordt ook als oxyd in grootere hoeveelheden in de asch van verschillende houtsoorten, maar vooral in die van naaldhout aangetroffen.

Het roode mangaanoxyd (Mn_3O_4, de vorm waarin dit bestanddeel door de scheikundigen werd bepaald,) maakt in asch

---

1) *De Djati-bosschen op Java; hunne natuur, verspreiding, geschiedenis en exploitatie*, door J. W. H. CORDES. (Batavia, OGILVIE & Co. 1881) blz. 26.

der laatstgenoemde houtsoorten tot zelfs 28 %, in loofhoutasch ten hoogste 8 % van het totale aschgehalte uit.

Volgens eenige analyses bedraagt de hoeveelheid mangaanoxyd in asch van:

loofhout.	eiken stamhout	(zonder schors)	2.69 %
	beuken „	(„ „)	5.26 %
	berken „	(„ „)	8.66 %
naaldh.	stamhout van den fijnen spar	(„ „)	23.96 %
	„ „ „ zilverspar	(„ „)	28.56 %

Waarin de functie van dit element bij den plantengroei bestaat, is een vraagstuk, dat nog op een oplossing wacht; voorloopig wordt het als een „toevallig aanwezig" bestanddeel der houtsoorten beschouwd.

49. Onder de bestanddeelen der asch treffen wij verder nog verbindingen aan, die in de scheikunde als *anorganische zuren* worden beschreven.

Zij komen in de plant voor, al dan niet in verbinding met de anorganische bases, die wij zooeven hebben beschouwd.

Een zuur, dat in vrijen toestand in het hout en gedeeltelijk als zoodanig ook in de asch daarvan voorkomt, voor zoover n. l. bij de verbranding geen verbinding met metaaloxyden werd aangegaan, is het

kiezelzuur. Daar dit zuur [1]) in alle gronden in groote hoeveelheid wordt aangetroffen, wordt het tijdens den groei door vele planten in meerder of minder hoeveelheid, en even als kalk, dikwijls in overmaat opgenomen.

Men vindt het niet alleen in de buitenste deelen der planten, in de schors, in de opperhuid der bladen, enz., maar ook in 't hout, steeds afgezet op de wanden der vezels of cellen, of tusschen hun kleinste deeltjes.

Kiezelzuur dient niet tot vorming van voedingsstoffen, maar waarschijnlijk indirect tot regeling van hun vervoer door

1) Kiezelzuur is het hoofdbestanddeel van zand. In verbinding met bases komt dit zuur in elken bodem voor; ook in een vorm, waarin het door water gemakkelijk opgelost en door de planten opgenomen wordt.

de plant naar deelen, waar de voedingsstoffen het meest noodzakelijk zijn. Overal toch, waar het kiezelzuur zich afzet tusschen de kleinste deeltjes der elementen, zullen deze waarschijnlijk in de uitoefening hunner functies verhinderd worden; het zou dus mogelijk kunnen zijn, dat door de kiezelzuurafzetting enkele transportwegen voor voedingsstoffen werden afgesloten en slechts die geopend of vrij bleven, welke naar de zooeven genoemde plantendeelen voerden.

Vervolgens zal het kiezelzuur, afgezet op verschillende plantendeelen, tot hun vastheid kunnen meêwerken en daarbij tevens hun duurzaamheid vermeerderen. Men heeft toch opgemerkt dat planten, die in den regel rijk aan kiezelzuur zijn en lang aan vernietigende invloeden weêrstand bieden, zeer spoedig door woekerplanten en door insecten worden aangetast, wanneer men kunstmatig de opname van kiezelzuur verhindert. Ook weet men door ervaring in de praktijk, dat hout, hetwelk van boomen van middelbaren leeftijd afstamt, in den regel het duurzaamst is, terwijl uit onderzoekingen blijkt, dat juist dit hout de grootste hoeveelheid kiezelzuur bezit. Daar bovendien stammen, die honderdtallen van jaren onder water lagen, en wier houtvezels zich meester gemaakt hebben van in 't water opgelost kiezelzuur, hard en vast, en haast onvergankelijk geworden zijn, is men dus wel verplicht aan te nemen, dat er verband bestaat tusschen het kiezelzuurgehalte en de duurzaamheid van een of ander plantendeel.

Zonder ook met andere bestanddeelen rekening te houden, is het evenwel niet raadzaam, uit het kiezelzuurgehalte tot de meerdere of mindere mate van duurzaamheid eener houtsoort te besluiten; men bedenke bijv. dat beukenhout en eikenhout, wat duurzaamheid betreft, in hooge mate verschillen — terwijl beukenhout deze eigenschap in veel geringer mate vertoont, heeft het een veel grooter gehalte aan kiezelzuur dan eikenhout.

In 't algemeen is loofhout rijker aan kiezelzuur dan naaldhout; in de droge houtmassa van 100—150 jarige loofboomen bedraagt het kiezelzuurgehalte $\frac{1}{40}$ %, terwijl het van 't gewicht van even oud naaldhout nog geen $\frac{1}{100}$ % uitmaakt.

Dit gehalte varieert met en hangt af van den aard van den grond, waarop het hout is gegroeid; bevat deze zeer veel kalk, dan wordt ook zeer veel kalk en weinig kiezelzuur en omgekeerd wordt uit een kalkarmen bodem een grooter hoeveelheid kiezelzuur dan kalk opgenomen. Kalk en kiezelzuur schijnen elkaâr niet alleen in 't hout, maar in alle deelen der plant te vervangen. Bij het hout gaat deze vervanging door kalk met een vermindering van de duurzaamheid gepaard; daarin wordt ten minste de verklaring van het verschijnsel gezocht, dat bijv. vurenhout van een sterk kalkhoudenden grond veel geringer duurzaamheid bezit dan dat, hetwelk van gronden afkomstig is, waarin die basis in zeer geringe hoeveelheid wordt aangetroffen.

Uit hetgeen boven is vermeld omtrent de toeneming van het kiezelzuurgehalte in het hout met de vermeerdering der levensjaren van den boom, kan men tevens het besluit trekken, dat ook het oudere kernhout rijker aan kiezelzuur moet zijn dan het meer jeugdige splint; verschillende onderzoekingen leverden bewijzen voor de juistheid dezer gevolgtrekking.

Het kiezelzuur schijnt niet in alle elementen van het hout in gelijke mate voor te komen; dit is zeer duidelijk merkbaar bij houtsoorten, wier asch bij uitzondering veel kiezelzuur bevat, zoo o. a. bij het djatihout [1]). Cordes [2]) deelt mede, dat zich slechts in de vaten van het djati-kernhout kiezelkorrels bevinden; ook zijn de wanden der thyllen in deze vaten geheel verkiezeld; maar in de mergstraal- en in de parenchymcellen werden, evenmin als in de houtvezels, kiezelkorrels aangetroffen.

Een ander anorganisch zuur, dat voor den opbouw der planten onmisbaar is, n. l. het

phosphorzuur, komt in verbinding met kali, kalk of magnesia in verschillende plantendeelen voor. Gewoonlijk bevindt het zich in de onmiddellijke nabijheid van het planteneiwit,

---

1) Volgens G. Thoms bevat de asch van het hout van Tectona grandis L. (teak- of djatihout) tot ongeveer 25 % kiezelzuur. (Versuchsstationen, Dl. XXIII, blz. 419. 1879.)

2) De Djati-bosschen op Java. blz. 26.

nooit chemisch daarmede verbonden, maar alleen mechanisch onder deze stof gemengd.

Met betrekking tot de werking van phosphorzuur wordt algemeen dezelfde meening gehuldigd; men gelooft n. l., dat de eiwitvorming uit druivensuiker, in opgelosten toestand, in de plant door dit zuur wordt mogelijk gemaakt. Vervolgens dient het waarschijnlijk als kalizout bij het vervoer dier eiwitstoffen.

In 't algemeen is phosphorzuur in oudere plantendeelen, dus ook in het hout, in geringe hoeveelheden voorhanden; in 't stamhout van loofboomen maakt het slechts 0.051 %, in naaldhout een nog geringer deel, n. l. 0.013 % van het gewicht der droge houtmassa uit.

Den regel, dat het phosphorzuurgehalte in oude plantendeelen geringer is dan in jongere, zien wij ook bewaarheid door het onderzoek van houtmonsters, die afkomstig zijn van boomen van verschillenden leeftijd. In Wolff's Aschenanalysen, Dl. II, is op blz. 78 bijv. aangegeven het phosphorzuurgehalte der asch van

25-jarig	eikenstamhout	(wintereik)	15.87 %,
50 „	„	kernhout	5.88 %,
50 „	„	splint	14.28 %,
345 „	„	kernhout	2.57 %,
345 „	„	splint	9.27 %.

Uit deze tabel is tevens zichtbaar, dat het splint een grooter phosphorzuurgehalte bezit dan het kernhout, hetgeen na het hierboven gezegde ook niet anders verwacht kon worden.

Het teakhout of djatihout maakt een uitzondering op den regel, dat het gehalte aan phosphorzuur in het hout niet aanzienlijk is [1]). De kalk, die, volgens de meêdeeling van den Heer Cordes, in zoo groote quantiteiten in dat hout kan worden aangetroffen, komt daarin hoofdzakelijk voor als neutrale

1) Ter vergelijking diene nog de volgende tabel:

phosphorzuurgehalte der asch van	beukenkernhout	(220 jaar oud)	4.54 %.
„ „ „	beukensplint	(„ „ „)	13.21 %.
„ „ „	vurenhout	(stamhout)	2.49 %.
„ „ „	dennenhout	(„)	5.05 %.

Ontleend aan Dr. E. Wollff's Aschenanalysen.

phosphorzure kalk [1]). THOMS vond in de teakhoutasch dan ook 29.61 % phosphorzuur.

Zeer belangrijk voor den plantengroei moet ook het **zwavelzuur**, in verbinding met verschillende bases, zijn; dit zuur toch levert de zwavel, als een nooit ontbrekend en onmisbaar bestanddeel van de eiwitstoffen. Het komt evenwel in 't hout in zóó geringe hoeveelheden voor, dat wij verdere meêdeeling daaromtrent hier gerustelijk achterwege kunnen laten.

50. Het grootste gedeelte van deze hier beschreven *anorganische* bestanddeelen, die aan den bodem ontnomen werden, benevens het koolzuur, dat zij aan de lucht onttrekt, heeft de plant noodig voor de vorming van haar *organische* bestanddeelen. Op welke wijze dit in de plant geschiedt, hoe de processen verloopen, volgens welke organische verbindingen uit de anorganische ontstaan, het zijn vragen, waarop men een volledig antwoord zeer zeker nog lang zal schuldig blijven. En hoe dan verder uit die eenmaal gevormde organische stoffen zich andere ontwikkelen, hoe druivensuiker in zetmeel, hoe zetmeel in cellulose, hoe cellulose in houtstof wordt omgezet, enz. de juiste beantwoording dezer vragen, die nog moeielijker, nog ingewikkelder zijn dan de zooeven gestelde, ligt eveneens nog in een ver verschiet.

Wij kunnen ons met de hypothesen, dienaangaande opgemaakt, en die, zeer zeker met recht steunen op verschillende processen, die de scheikundige in zijn laboratorium naar willekeur kan te voorschijn roepen, hier niet inlaten. Meer doeltreffend komt het ons voor, om, evenals wij dit met de anorganische verbindingen deden, ook de, in de plant en meer in 't bijzonder in 't hout, voorkomende *organische verbindingen* aan een nauwkeuriger beschouwing te onderwerpen, dan dit in 't Eerste Hoofdstuk mogelijk was.

---

1) Volgens G. THOMS, bestond de witte kalkafzetting in teakhout uit:
80.89 % neutrale phosphorzure kalk.
16.06 % water.
3.05 % houtdeeltjes.
Versuchsstationen. Dl. XXIII, blz. 419.

En als wij nu deze verbindingen achtereenvolgens ter sprake brengen, zal dit geschieden zonder ons te verdiepen in hun chemische constitutie, zonder ons in te laten met *al* hun eigenschappen; slechts datgene zal met betrekking tot de organische bestanddeelen van het hout worden meêgedeeld, wat o. i. voor den praktikus voornamelijk waarde kan hebben.

Vooraf herinneren wij nog aan 't feit, dat meest al die bestanddeelen wel koolstof, waterstof en zuurstof bevatten, maar geen stikstof; de eenige stikstofhoudende stof, die in de volgende bladzijden ter behandeling komt, is het reeds meer genoemde planteneiwit.

51. De stof, waaruit de wanden der jeugdige plantencellen altijd bestaan, die ook in oude en vergroeide celwanden nooit ontbreekt en dientengevolge een vast bestanddeel van alle houtcellen en vaten uitmaakt, is de

cellulose of **celstof.** Zij wordt in de plant, ook in het houtlichaam (cambium) slechts in levende cellen door het protoplasma uit zetmeel gevormd, waarschijnlijk nadat dit vooraf in suiker (druiven-) is omgezet.

Tot op den huidigen dag vermocht de scheikundige nog niet dit proces na te bootsen; wil men dus de celstof in zuiveren toestand verkrijgen, dan schiet er niets anders over dan haar te onttrekken aan verschillende plantendeelen, bijv. katoenvezels, houtvezels, enz., waarin zij in meer of minder zuiveren staat aanwezig is.

Men neemt daarvoor zijn toevlucht tot allerlei oplossende en oxydeerende middelen, waardoor aan deze vezels niet alleen de verschillende organische stoffen onttrokken worden, die tusschen de cellulosedeeltjes zijn afgezet, of als verbindingsmateriaal tusschen de celwanden dienden, maar waardoor ook de organische en anorganische stoffen, die zich op en in de ruimte binnen die wanden bevinden, worden verwijderd. Zóó onttrekken de botanici door oplossende stoffen, als alcohol en aether, en door oxydeerende als salpeterzuur, chroomzuur, bromium, die alle op de cellulose onder gewone omstandigheden en bij voorzichtige behandeling, niet inwerken, al die

stoffen aan de houtvezels, die ter verdikking hunner wanden of tot hun onderlingen samenhang hebben bijgedragen. Zóó fabriceert de industriëel uit het hout langs chemischen weg, en voornamelijk door de inwerking van kokende loogen (meestal een oplossing van natron in water), de cellulose, die heden ten dage als *houtstof* een der belangrijkste grondstoffen voor de papierindustrie en andere takken van nijverheid uitmaakt.

Beter dan elke andere plantaardige stof, biedt cellulose weêrstand aan de vernielende (oxydeerende) of oplossende werking van zuren of alcaliën. Slechts wanneer zij zeer geconcentreerd of sterk zijn, of ook, wanneer zij in verdunden toestand geruimen tijd inwerken, tasten deze stoffen ook de cellulose aan, en zetten haar in andere verbindingen om.

Zoo worden bijv. door verschillende zuren (zoutzuur als gas in tegenwoordigheid van water) waterstof en zuurstof aan de cellulose toegevoegd en een nieuwe verbinding gevormd, die onder den naam van *hydro-cellulose* [1]) bekend is. Met deze omzetting der cellulose gaat oogenschijnlijk geen verandering van de vezel gepaard; bij nader onderzoek blijkt evenwel, dat de mechanische eigenschappen totaal gewijzigd zijn, en er bijv. van vastheid der vezels geen sprake meer zijn kan. Naar aanleiding van deze ontdekking (in 1881 door Aimé Girard) vooronderstelt men, dat ook de vastheidsvermindering der houtvezels aan de lucht, dikwijls voor geen gering deel moet toegeschreven worden aan de langdurige werking van verschillende zuren, die door onze verbrandings-processen en door andere omstandigheden in den damkring geraken.

Zuivere cellulose rot niet, maar wordt door rottende stoffen zeer spoedig in de ontleding meêgesleept en in allerlei andere verbindingen omgezet; dit is een feit dat zeer belangrijk is voor tal van nijverheidstakken, waarin de grondstof *hout* mechanisch ter bewerking komt — zij bevat toch naast cellulose en andere stikstofvrije bestanddeelen, altijd verschillende

1) Men zie o. a. onze meêdeeling in 't Tijdschrift d. Maatsch. t. b. v. Nijverheid, Deel VI. Stuk I: *Het ontaarden van cellulose-houdende stoffen, papier, katoen, linnen, enz.*

gemakkelijk rottende, stikstofhoudende stoffen, wanneer geen of een slechte voorbereiding der grondstof aan de bewerking vooraf gaat.

Luchtdroog hout bestaat gemiddeld voor ongeveer de helft van zijn gewicht uit cellulose; zachte houtsoorten zijn iets rijker aan celstof dan harde, reden waarom ook de eerste voornamelijk als grondstof voor de houtstof-fabrikatie gebruikt worden. Men zie de volgende tabel.

Houtsoorten. (luchtdroog).	Cellulose gehalte.
A. *zachte houtsoorten.*	
lindenhout.	ca. 53 %,
grenen „	„ 53 %,
elzen „	„ 54 %,
wilgen „	„ 56 %,
dennen „	„ 57 %,
B. *harde houtsoorten.*	
eikenhout	ca. 39 %,
beuken „	„ 45 %,
buks „	„ 48 %,
mahonie „	„ 49 %.

De verbindingen, die naast cellulose in de wanden der houtvezels optreden, zullen dus in harde houtsoorten een grooter gedeelte van het gewicht der luchtdroge houtmassa uitmaken dan in de zachte. Onze kennis van deze stoffen is evenwel nog zeer gering en oppervlakkig. Nog voor korten tijd, n.l. in 1879, werd door THOMSEN te Kopenhagen in verschillende houtsoorten een stof ontdekt, die in samenstelling de cellulose zeer nabij kwam. Hij noemt haar *Holzgummi*,

houtgom, en onttrok dit lichaam aan het gezuiverde houtweefsel door verdunde koude natronloog [1]).

Zeer verschillend is het houtgom-gehalte van 't hout; in naaldhout wordt het bijna niet aangetroffen, in jong loofhout

1) Uit deze oplossing wordt de houtgom door alkohol als een vlokkige witte massa gepraecipiteerd

meer dan in dat van oude boomen. Ook in 't splint en in 't kernhout is de houtgom nu eens gelijkmatig, dan weêr zeer ongelijk verdeeld. THOMSEN vond in watervrij, in den winter geveld hout van

een	100-jarigen beuk :	8.2 %	houtgom in 't splint,	en	15.9 %	in 't kernhout,
„	jongen beuk :	13.8 %	„	„	„	15.9 %	„	„
„	esch :	9.7 %	„	„	„	10.7 %	„	„
„	eik :	14.4 %	„	„	„	10.7 %	„	„
„	kerseboom :	19.3 %	„	„	„	15.4 %	„	„ [1]).

De houtgom maakt naar alle waarschijnlijkheid een bestanddeel uit van de organische stof, die zich tijdens den groei tusschen de cellulose-deeltjes der houtvezelwanden afzet, en bekend is onder den naam van

houtstof of **lignine** (blz. 9). De houtstof kan men niet als zoodanig, zooals de cellulose, aan het houtweefsel onttrekken, omdat men geen middel kent, dat haar bij de afscheiding van cellulose niet tegelijkertijd zou ontleden. Zoo kan bijv. dat deel der vezelwanden, waarin cellulose de overhand heeft, wel door inwerking van zwavelzuur of chroomzuur van houtstof bevrijd worden, maar dan is ze opgelost of geoxydeerd.

Hier zij ter loops opgemerkt, dat, wanneer het cellulosegehalte ten opzichte van de hoeveelheid houtstof zeer gering is, zooals bijv. in de buitenlaag der vezelwanden, men genoodzaakt is om ter verwijdering der lignine een zeer sterk oxydeerend mengsel van chloorzure kali en salpeterzuur aan te wenden; daar de houtstof in deze peripherische wandlagen tevens als verbindingsmiddel der aan elkaâr grenzende vezels dienst doet, zal met de verwijdering der houtstof ook de samenhang tusschen de vezels worden opgeheven. Op deze wijze „isoleert" men houtvezels, wanneer men ze met behulp van den microscoop nauwkeurig wil leeren kennen [2]).

Het ligninegehalte van, bij 100° C. gedroogd, hout bedraagt

1) Journal für prakt. Chemie. Dl. 19, blz. 146 e. v.

2) Ook met bijtende loogen (kali of natron) kan men houtvezels isoleeren, vooral onder aanwending van druk en hooge temperatuur. Wij herinneren slechts aan de bereiding der houtstof (houtvezels) voor de papierfabrikatie langs chemischen weg.

gemiddeld 50 %; bij harde en zware houtsoorten is dit gehalte in den regel grooter dan bij de zachtere soorten (eikenhout met 51 %, grenenhout met 42 %.)

Daar ook de afzetting van houtstof met de ontwikkeling der houtplanten toeneemt, heeft dit ten gevolge, dat eveneens het oude hout veel meer daarvan bevatten zal dan dat, 't welk van jeugdige boomen afkomstig is; ook kernhout is rijker aan houtstof dan splint, enz.

Met de verdikking der celwanden, als een natuurlijk gevolg dezer lignine-afzetting, gaat een groote verandering in hun mechanische eigenschappen gepaard. De zuivere cellulose-vezel is, zooals men weet, buigbaar en zacht, bezit een betrekkelijk geringe vastheid, enz.; heeft evenwel een sterke afzetting van houtstof tusschen de celstof-molekulen plaats gevonden, zooals dit in houtvezelwanden het geval is, dan is die buigbaarheid verminderd en zeer gering geworden, terwijl daarentegen de vastheid en de hardheid toenamen.

De geringe buigbaarheid van het gewone werkhout zou zeer zeker beletten, dat het ook langs mechanischen weg, door buiging, vervormd en bijv. als grondstof voor de fabrikatie van gebogen voorwerpen gebezigd werd, indien men niet in den stoom een middel bezat, waardoor de invloed der houtstof grootendeels, hoewel tijdelijk, opgeheven en de buigzaamheid der vezels vermeerderd kon worden. Een toepassing van dit hulpmiddel, op groote schaal, treffen wij aan bij de fabrikatie van gebogen meubels volgens de nieuwste methode van Thonet [1]).

De vastheid, zeiden wij, neemt toe met de vermeerderde afzetting der houtstof. Maar op die intussusceptie zijn verschillende omstandigheden van invloed; het zonlicht bevordert haar, — een bodem, die het hout snel doet groeien, en een snelle cellen-vorming veroorzaakt, verhindert daarentegen de

1) De Weener firma Thonet heeft ook te Amsterdam (Kalverstraat, E 66 en 68) een fabrieks-depôt gevestigd. Alle voorwerpen en meubels daar aanwezig zijn geheel of voor een groot deel uit gebogen hout (beukenhout) vervaardigd.

sterke afzetting van houtstof. Daaruit wordt het dus verklaarbaar, waarom boomen, die in een gesloten stand zijn gegroeid, een minder vast houtweefsel leveren, dan die, welke zich geheel vrij ontwikkelden, en waarom het hout van sommige boomsoorten, in een rijken, vetten bodem geteeld, van geringer hoedanigheid zijn kan, dan dat hetwelk op schrale gronden werd gevormd.

Dat houtstof door een oplossing van zwavelzure aniline in water, geel gekleurd en haar aanwezigheid daardoor aangetoond kan worden, werd vroeger reeds vermeld (blz. 34). Eigenaardig is ook de kleuring door phloroglucine. Lost men een kristalletje van deze stof in water op, en dompelt men in deze vloeistof een spaander van een of andere houtsoort, dan kleurt deze zich onder den invloed van het licht, bij daaropvolgend bevochtigen met zoutzuur en drogen aan de lucht, eerst lichtrood, vervolgens fraai violet. Wij maakten van deze reactie melding, omdat prof. Wiesner in het celsap van de schors van verschillende boomen en in hun merg phloroglucine ontdekte; dit wordt daaraan waarschijnlijk door het houtweefsel onttrokken, en geeft dan aanleiding tot het optreden der violette kleuring, die men op versche zaagsneden van jonge populiere-, kastanje- en lindestammen, reeds korten tijd na de verdeeling, kan waarnemen. Men bezit tevens in de phloroglucine een uitstekend middel om snel in weefsels, zooals papier, de langs mechanischen weg gefabriceerde houtstof te ontdekken.

Voor practici zal ten slotte de meêdeeling niet zonder waarde zijn, dat rottende stoffen in de nabijheid der houtstof, haar nog veel gemakkelijker in de ontleding meêslepen dan dit bij cellulose het geval is. Evenals lignine is ook de

gom, de bruine, meer of minder harde massa, die dikwijls op de schors onzer ooftboomen wordt waargenomen, een product, dat uit de cellulose wordt gevormd. Deze verandering of omzetting der cellulose heeft, zoowel in de schors als in 't hout van pruime- en perzike-, van kerse- en abrikozeboomen, alleen dan plaats, wanneer de boomen door een ziekte zijn aangetast, die volgens verschillende onderzoekingen van dr. Beijerinck onder de hoogst besmettelijke

plantenziekten moet gerangschikt worden [1]). De gom, die met THOMSEN's houtgom eenige overeenkomst heeft, wordt in het hout slechts aangetroffen in de onmiddellijke nabijheid der besmette en ontaarde gedeelten; het kan dus niet als een bestanddeel van het gezonde hout worden beschouwd. Dat de waarde der stammen, die hevig en op verschillende plaatsen door deze gomziekte zijn aangetast, voor het technisch gebruik zeer gering moet zijn, behoeft geen betoog.

52. Het aantal der overige organische houtbestanddeelen is niet gering; de hoeveelheid evenwel, waarin elk hunner in 't hout wordt aangetroffen, is zeer miniem. De anorganische stoffen toch maken in gewicht circa 0.5 % uit van het volkomen watervrije hout; cellulose en houtstof te zamen ongeveer 95 %, zoodat dus voor al de andere organische verbindingen slechts 4.5 % overblijft.

Die verbindingen stammen gedeeltelijk af van het zoogenaamde „houtsap", gedeeltelijk zijn het meer of minder vaste stoffen, die op de celwanden en in de celholten zich *blijvend* hebben afgezet, of daar slechts *tijdelijk* vertoefden, om later in andere gedeelten der plant als voedingsstoffen op te treden.

Onder de hierbedoelde organische stoffen, die stikstofvrij zijn, noemen wij in de eerste plaats,

zetmeel en **druivensuiker**. Wij weten reeds dat, en onder welke omstandigheden in de bladeren, ten gevolge eener gelijktijdige ontleding van koolzuur en water door het chlorophyl (blz. 28), druivensuiker kan gevormd worden; ook is reeds meêgedeeld dat deze druivensuiker in de plant, door een ons onbekend proces, in zetmeel wordt omgezet

---

1) Dr. M. W. BEIJERINCK, Leeraar aan de Rijkslandbouwschool te Wageningen, opperde naar aanleiding van zijn ontdekking, in *The gardener's chronicle*, Dl. XVIII, blz. 396, het denkbeeld om de gomziekte der acacia's (Acacia Verek. Guill. et Perott.), kunstmatig te bevorderen, zoodat de productie van gom (Arabische en Senegalgom) door de plant niet meer van het toeval afhing. (Uit de groote overeenkomst tusschen Arabische gom en die onzer ooftboomen, trekt B. het besluit, dat ook de gomziekte der acacia's een besmettelijke is).

Men behoefde slechts op gezonde gedeelten van den stam, of op geheel gave stammen de smetstof over te brengen, om even als B. dit bij onze ooftboomen altijd met goed gevolg deed, de gomziekte door besmetting op te wekken.

en dit als reservestof meestal in 't houtweefsel aanwezig is (blz. 31). Als bewaarplaats doen daar de levende cellen dienst, n. l. de cellen der mergstralen en van het parenchym. Het vervoer naar en de afvoer uit deze bewaarplaatsen geschiedt, nadat vooraf de kleine zetmeelkorrels in druivensuiker zijn omgezet.

In 't voorjaar moeten de bewaarplaatsen een groot gedeelte der opgezamelde reservestof afstaan; want gedeeltelijk is deze dan in andere deelen van het houtlichaam noodig voor hout- en schorsvorming, gedeeltelijk wordt ze naar zich ontwikkelende stengeltoppen, jonge bladen en wortels afgevoerd, om ook daar de vorming van nieuwe cellen mogelijk te maken (omzetting in cellulose). Tegen het einde der maand Mei wordt de afvoer gestaakt; spoedig daarop neemt de opzameling van nieuw gevormde reservestof, die op haar beurt in 't volgende voorjaar zal worden verbruikt, een aanvang om eerst in den herfst met het geel worden der bladeren te eindigen [1]).

Het hout, dat in de maand Juni geveld wordt, zal dus zeer zeker het minst zetmeelhoudend zijn.

Het grooter of kleiner zetmeelgehalte van 't hout is nog van een andere omstandigheid afhankelijk. De koolzuurontleding in de bladen hangt niet alleen van bladgroenkorrels af, maar o. a. ook van het licht, aangezien dit de kracht levert, die voor de ontleding wordt vereischt; de hoeveelheid zetmeel, die gevormd en opgezameld kan worden, zal dus zoowel met een meerder of minder aanzienlijke bladvorming

---

1) Dr. TH. HARTIG (*Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen*, Berlin 1879, blz. 113) vooronderstelt, dat het zetmeel in den beginne aan den voet der stammen wordt afgezet; langzaam schrijdt deze afzetting tot in hoogere deelen voort. De afvoer geschiedt aanvankelijk in 't voorjaar uit de hoogste stamdeelen. In de lagere deelen van den stam en in 't kernhout, waar ten allen tijde tamelijk groote hoeveelheden zetmeel worden aangetroffen, wordt dan waarschijnlijk dat zetmeel bewaard, hetwelk *in overmaat* werd geproduceerd in jaren, die voor de vorming zeer gunstig waren; in schrale jaren wordt dit als voedsel verbruikt. De grond voor deze vooronderstelling vindt H. in het feit, dat zeer schrale, onvruchtbare jaren van geringen invloed op den wasdom der boomen zijn.

toe- en afnemen, maar ook met de grootere of kleinere intensiteit van het licht, dat tot die bladen kan doordringen.

Wij kunnen dus ook met zekerheid verwachten, dat het hout van in den winter gevelde boomen, wier standplaats geheel vrij was (bijv. langs wegen of op open pleinen), meer zetmeel bevatten zal dan dat, hetwelk van boomen afkomstig is, die in hetzelfde jaargetij geveld zijn op een groeiplaats, die minder voor het licht toegankelijk was (in bosschen).

Als reservestof zal ook suiker in het winter- en voorjaarssap van vele boomen aangetroffen worden. Niet alleen *druivensuiker*, maar ook *levulose* (die zich van druivensuiker onderscheidt, doordat ze veel moeielijker in gisting overgaat, en niet dan zeer moeielijk kristalliseert) komt in het sap van verschillende boomen voor, bijv. in dat van den haagbeuk, den berk en de linde; *rietsuiker* wordt tot een gehalte van circa 8 $^0/_0$ in het sap van den suikerahorn (Acer saccharinum L.) aangetroffen, en ook voor een zeer geringe hoeveelheid in dat van onze Europeesche ahornsoorten (den gewonen en den rooden eschdoorn) [1]).

Van een technisch standpunt beschouwd, zijn deze reservestoffen van weinig gewicht; de hoeveelheden, die men in 't hout aantreft, en dan voornamelijk in 't parenchym van 't splint en in de mergstralen, zijn te gering. Dat zij eenigen invloed zullen uitoefenen op de duurzaamheid van 't hout, kan niet worden ontkend; want evenals het planteneiwit zijn ook deze organische stoffen een gemakkelijk te verteeren voedsel voor verschillende woekerplanten en insecten; de rotting en ontleding van het hout wordt dus door hun aanwezigheid bevorderd (zie Hoofdstuk IV).

Wanneer men het sap der boomen in aanraking brengt met een door lakmoes blauw gekleurd papier, wordt dit zeer spoedig rood; het sap vertoont dus een zure reactie. Deze moet naar alle waarschijnlijkheid toegeschreven worden aan *organische zuren*, zooals

1) Ruim 300000 centenaars ahornsuiker worden jaarlijks in Noord-Amerika uit het sap van den suikerahorn bereid. Het wordt daar ook geconsumeerd en komt niet in den handel.

wijnsteenzuur, zuringzuur, enz., die in vrijen toestand of als zure zouten in verbinding met kali, kalk en andere bases ook in het houtsap aanwezig zijn. Op welke wijze deze zuren in de planten ontstaan, is nog niet met zekerheid bekend; men gist, dat zij gevormd worden, zoowel door oxydatie van zetmeel en suiker als door ontleding van eiwitstoffen. Zij verbinden zich met de bases der organische zouten, wier zuren, zooals zwavelzuur, salpeterzuur, e. a., nu vrij komen en deel kunnen nemen aan andere processen (bijv. vorming van eiwitstoffen).

In 't hout treft men zeer dikwijls zuringzuur aan, als kalkzout afgezet, voornamelijk in de cellen van het parenchym en van de mergstralen (fig. 11). Groote kristallen worden bijv. gevonden in de mergstralen van ebbenhout, in de parenchymcellen van Campêche-hout, pokhout en teakhout. In de asch dezer houtsoorten behoudt de kalk den kristalvorm van het zuringzure zout, niettegenstaande het zuur door de verbranding ontleed, en het daaruit gevormde koolzuur verdreven is.

De scherpe, wrange smaak [1]) van eiken-, haagbeuken-, kastanje-, elzen-, mahoniehout, enz. moet evenwel niet aan zuren worden toegeschreven, maar meer aan de aanwezigheid van

looistoffen. Hoewel deze voornamelijk in de schors der stammen voorkomen, worden ook grootere of kleinere hoeveelheden looistof in de mergstraal- en parenchymcellen van vele houtsoorten aangetroffen. De hypothesen ter verklaring van het ontstaan en het doel dezer verbindingen in de plant loopen uiteen; deze beschouwt looistof als een omzettingsprodukt van cellulose, gene als een ontledingsprodukt van zetmeel; volgens eenigen is de looistof een der plantenbestanddeelen, die geheel zonder eenige waarde is voor den groei en

---

1) Voornamelijk in het naaldhout, waarschijnlijk ook in dat der loofboomen komt in geringe hoeveelheid een glucoside voor, n. l. *coniferine.* Deze stof, afgezet tusschen de vezeldeeltjes, verleent een *bitteren* smaak aan het hout. Dat hout, en vooral naaldhout, door een mengsel van sterk zoutzuur en carbolzuur in 't licht eerst groen en na eenigen tijd helder blauw wordt gekleurd, is een gevolg van de aanwezigheid van coniferine.

de ontwikkeling van nieuwe cellen, volgens anderen neemt zij wel degelijk, niet minder dan andere reservestoffen, aan dat ontwikkelingsproces deel.

Niet alleen het splint, maar ook het kernhout bevat, hoewel in mindere mate, een zeker gehalte aan looistoffen.

Onder alle houtsoorten is dat van den zomereik het rijkst aan looistof; ze bevindt zich daar voornamelijk in de mergstralen [1]); vervolgens wordt hout van den tammen kastanje, den els, den haagbeuk, en onder de naaldhoutsoorten dat van den lork als zeer rijk aan looistof vermeld.

Looistoffen worden ook wel „looi*zuren*” genoemd, omdat ze zich evenals zuren gedragen, en bijv. verbindingen met metaaloxyden aangaan. Onder deze verbindingen kenmerkt zich die met ijzeroxyd door een blauwe kleur (eiken-, wilgenlooistof) of door een donkergroene (elzen-, esschenlooistof). Men ziet die kleur o. a. te voorschijn komen bij het zagen van eikenhout; reeds door aanraking van de zaag met het hout en de inwerking van het houtsap op het ijzeren of stalen zaagblad wordt er, blijkens de kleuring van het versche snijvlak, looizuurijzeroxyd gevormd.

Velen achten het voorkomen van deze looistoffen in het hout uit een technisch oogpunt niet zonder gewicht. De looistoffen ontleden zich namelijk zeer gemakkelijk door opneming van zuurstof; zoolang looistoffen in het hout aanwezig zijn, zoolang zij de zuurstof gretig absorbeeren zal deze, naar men vooronderstelt, niet kunnen meêwerken tot ontleding van het houtweefsel; de looistoffen zouden dus de ontleding van het hout tegengaan, en daardoor tevens de duurzaamheid er van verhoogen. Als bewijs voor de juistheid daarvan haalt men in den regel het feit aan, dat twee houtsoorten, eiken- en elzenhout, die onder water en in een vochtigen grond groote duurzaamheid vertoonen, tevens een aanmerkelijk looistofgehalte bezitten.

---

1) Volgens onderzoekingen van Dr. C. SANIO. Botanische Zeitung. Jaargang 1863, blz. 17.

Wanneer men evenwel kennis neemt van de onderzoekingen van HARTIG [1]), wordt men genoodzaakt de bovengenoemde vooronderstelling, ten minste voor zoover ze betrekking heeft op hout, dat aan den invloed der lucht is blootgesteld, als minder juist te beschouwen. Niet alleen toch wordt die houtsoort, welke 't rijkst aan looistof is, n. l. eikenhout, op stam *niets* minder dan andere houtsoorten door de parasieten uit het plantenrijk aangetast en vernield, maar het is ook gebleken, dat de looistoffen, evenals eiwit en zetmeel, voedingsstoffen zijn voor woekerplanten — dientengevolge bevordert looistof de ontwikkeling van zwammen, en daarmede indirect de vernietiging van het houtweefsel [2]).

Men schrijft ook aan een ontleding der looistoffen door de inwerking der lucht de vorming toe van verschillende gekleurde verbindingen, die, op hun beurt, een verkleuring van het weefsel van verschillende houtsoorten veroorzaken (bruin worden van eikenhout in de lucht, enz.).

Veel meer dan de aanwezigheid van een der reeds beschreven bestanddeelen is die van

eiwitstoffen in 't hout te vreezen. Zij komen steeds in 't hout voor, zoowel in 't splint als in 't kernhout. De levende cellen der mergstralen en van het parenchym bevatten toch protoplasma, dat voornamelijk uit eiwitstoffen is opgebouwd; en ook de overige houtcellen bezaten in hun jeugd een protoplast, waarvan de bestanddeelen zeker nog voor een gedeelte in vezels en vaten zullen zijn achtergebleven.

Voor de vorming dezer stoffen in de plant is in de eerste plaats druivensuiker noodig; zij levert de koolstof, waterstof en zuurstof, die in planteneiwit worden aangetroffen, terwijl de daarin ook voorkomende stikstof en zwavel ontleend worden aan de anorganische stikstof- en zwavelbevattende voedingsstoffen (ammoniak, salpeterzure en zwavelzure zouten).

Phosphor, dien men altijd in de asch van eiwitstoffen aan-

---

1) R. HARTIG. *Die Zersetzungserscheinungen des Holzes.* Berlin, 1878.

2) Men zie Hoofdstuk IV.

treft in verbinding met verschillende bases (kali, kalk, magnesia), is in het eiwit niet chemisch gebonden, maar begeleidt dit als phosphorzuur zout, en schijnt voor de eiwitvorming absoluut noodzakelijk te zijn.

De eiwitstoffen worden zeer gemakkelijk ontleed en in allerlei andere verbindingen omgezet; reeds de aanraking met eenigszins vochtige lucht is voldoende om een rottingsproces te doen ontstaan. Eiwitstoffen zijn n. l. een gemakkelijk verteerbaar voedsel voor allerlei hoogere en lagere zwammen (bacterien), wier kiemen of sporen in grooten getale in de lucht aanwezig zijn. Worden die sporen daaruit afgezet op een of ander lichaam, dat toevallig voor hun ontwikkeling geschikt is, dan zal deze, wanneer ook de temperatuur daarvoor gunstig is, niet lang op zich laten wachten. Hout, dat benevens veel eiwit, ook een zeker watergehalte bevat, is een lichaam, dat uitstekend voor de ontwikkeling van verschillende zwammen geschikt is; en geschiedt dit, dan blijft ook, zooals wij reeds vroeger opmerkten, een ontleding, een rotting van het houtweefsel niet achterwege.

Ook vele insecten nemen deze eiwitstoffen met voorliefde als voedsel tot zich; om het te bemachtigen worden door hen gangen in het houtweefsel aangelegd, en dit in allerlei richtingen doorboord, natuurlijk tot groot nadeel voor de vastheid van het hout.

Planten en dieren zullen dus het hunne bijdragen om de duurzaamheid der houtsoorten, die rijk aan eiwitstoffen zijn, te verminderen.

Gemiddeld bevat het hout in den watervrijen toestand slechts 1 % eiwitstoffen. Jong hout bevat iets meer dan oud hout; het hout van het worteleind der stammen dus minder dan dat der topgedeelten, kernhout eveneens iets minder dan splint.

Onder de naaldhoutsoorten bezit grenenhout het geringste en dennenhout het grootste eiwitgehalte; onder de loofhoutsoorten is vooral beukenhout zeer rijk aan eiwitstoffen. Het kan ons dus geen verwondering baren, dat, wanneer dennen- en beukenhout aan weêr en wind worden blootgesteld, zij een zeer geringen graad van duurzaamheid vertoonen.

Volgens enkele onderzoekingen is het eiwitgehalte van het hout in den winter geringer dan in den zomer; men zal dus aan hout van boomen, die in den winter zijn geveld, een grooter duurzaamheid kunnen toeschrijven dan aan dat, hetwelk van in den zomer gevelde exemplaren afkomstig is.

Met looistoffen, kreosoot en metaaloxyden vormt het eiwit in water onoplosbare verbindingen, die niet geschikt zijn om als voedsel voor woekerplanten en insecten te dienen. Deze eigenschap heeft de praktische mensch zich dan ook ten nutte gemaakt; het vermeerderen der duurzaamheid van het hout, volgens de methoden van Kyan, van Payne, van Boucherie, van Bethell en anderen, berust voornamelijk op het onschadelijk maken van de eiwitstoffen door middel van metaalzouten, als bijv. sublimaat (kwikchloried), kopervitriool (zwavelzuur koperoxyd), of van de zware olie uit steenkolenteer (kreosootolie).

Het spreekt van zelf, dat dit resultaat, n. l. een grootere duurzaamheid, ook verkregen zal worden door zooveel mogelijk de eiwitstoffen uit het hout te verwijderen. Hoe men dit door uitloogen met water of door uitstoomen tracht te bereiken, zal bij de beschrijving der bereiding onzer grondstof voor haar mechanische bewerking worden ontvouwd.

Een belangrijke plaats onder de bestanddeelen van vele houtsoorten wordt door de

harsen ingenomen. Zooals ze in de natuur voorkomen, zijn het geen enkelvoudige organische lichamen, maar mengsels van harsen met **vluchtige** of **aetherische oliën**, die door allerlei andere stoffen (zetmeelkorrels, houtvezels, enz.) zijn verontreinigd. Over de wijze, waarop de harsen ontstaan, is men nog in 't onzekere. Naar alle waarschijnlijkheid worden verschillende harsen uit verschillende grondstoffen gevormd, nu eens uit cellulose, dan weêr uit zetmeel, misschien ook uit looistoffen, enz.

Harsen zijn in water onoplosbaar; door verdunde zuren worden zij weinig of in 't geheel niet aangetast; aan de lucht blootgesteld gaan ze niet tot ontbinding over.

Zijn ze in een houtsoort aanwezig, zoo beschermen zij

deze niet tegen verrotting en beletten de ontwikkeling van woekerplanten niet, maar zij verhinderen, zooals wij later zullen zien, een snelle ontwikkeling der parasieten en *vertragen* daardoor de ontleding. De houtbedervers onder de insecten schijnen van hars een afkeer te hebben, want bij uitzondering worden harsrijke houtsoorten door den worm aangetast.

Onder de Europeesche boomsoorten leveren ons de naaldboomen een meer of minder harsrijk hout [1]). In den regel bevatten dennen (Pinus) een grooter gehalte aan hars dan sparren (Abies); zoowel het gewone grenenhout (van P. sylvestris L.) als het Amerikaansche (red-, pitch-, en yellow-, pine van P. australis Michx.?) zijn harsrijker dan de naaldhoutsoorten, die hier te lande onder den naam van vurenhout (van A. excelsa Lam.) en dennenhout (van A. pectinata D.C.) bekend zijn [2]). Niet alleen dus wegens het grooter gehalte aan eiwitstoffen, maar ook door het geringer gehalte aan hars, staan beide laatstgenoemde houtsoorten, waar het de duurzaamheid betreft, bij het grenenhout achter.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat ons aangaande den aard, de samenstelling en eigenschappen der meeste

houtkleurstoffen zeer weinig bekend is [3]). Het zijn orga-

---

1) Hoe meer de coniferen aan licht en warmte zijn blootgesteld, des te grooter wordt het harsgehalte van het hout; ook de aard van den grond is op het harsgehalte van invloed.

2) De dikvloeibare gele massa, die bij verwonding uit de schors onzer naaldboomen vloeit, is *terpentijn*, die gedeeltelijk uit een vaste stof, de *pijnhars*, gedeeltelijk uit een vluchtige olie, de *terpentijnolie*, bestaat. De terpentijn wordt, daar zij dik vloeibaar is, onder de balsems gerangschikt, evenals enkele vloeibare harsen uit boomen van tropische gewesten (copaivabalsem, perubalsem, tolubalsem). Zeer rijk aan hars is het pokhout, afkomstig van Guajacum officinale L.; ruim 25 % guajac-hars wordt in 't kernhout van dien in West-Indië voorkomenden boom aangetroffen.

3) Het meest nauwkeurig heeft men de kleurstoffen der verfhoutsoorten onderzocht, die uit de tropische gewesten tot ons komen; dientengevolge is bijv. bekend, dat in het Fernambukhout of roodhout (kernhout van Caesalpina echinata Lam.) een kristallijne stof voorkomt, *brasiline* genoemd, die in alcohol en water gemakkelijk oplost en door alcaliën (ammoniak, kali) bloedrood gekleurd wordt; dat in 't Campêche-hout of blauwhout (kernhout van Haematoxylon campechianum L.) *haematoxyline* wordt aangetroffen, eveneens een kristallijn en kleurloos lichaam, dat in de lucht gemakkelijk oxydeert, en dan door alcaliën, onder blauwkleuring, kan worden opgelost, enz.

nische, stikstofvrije stoffen, die waarschijnlijk in 't celvocht werden gevormd en op de celwanden zijn afgezet.

In 't hout is de kleurstof niet overal gelijkmatig verspreid; dientengevolge komen in sommige houtsoorten aderen, vlekken, vlammen voor, die voor verschillende toepassingen van 't hout zeer gewenscht zijn.

Het hardste gedeelte van het hout bevat in den regel donkerder (meer?) kleurstof dan de zachte deelen; kernhout is door 't verschil in kleur van splint, herfsthout daardoor van voorjaarshout te onderscheiden. Zeer dikwijls ontwikkelt de houtkleur zich eerst, wanneer het hout aan de inwerking der lucht is blootgesteld; gewoonlijk worden de kleuren, en dit is vooral bij 't naaldhout duidelijk waar te nemen, na verloop van tijd veel donkerder dan zij oorspronkelijk waren.

Dat onze inlandsche houtsoorten door geen fraaie kleur uitmunten, en daarin verre achterstaan bij die uit warmer gewesten, is een ieder welbekend. Van hoeveel invloed de luchttemperatuur op de kleur van het hout is, kan o. a. daaruit worden opgemaakt, dat het hout van noteboomen, die bij ons te lande of noordelijker zijn gegroeid, veel lichter (bijna wit) van kleur is dan het Italiaansche noteboomenhout, dat om zijn bruine tint en gevlamd uiterlijk door onze meubelmakers zoo hooggeschat wordt.

Wij zullen bij de behandeling van de technische eigenschappen der houtsoorten nog nader op de houtkleur terugkomen.

Andere organische bestanddeelen van het hout, zooals bijv. **bitterstoffen**, kunnen wij hier buiten beschouwing laten, omdat zij niet den minsten invloed op de eigenschappen van het hout schijnen uit te oefenen.

Evenals alle organische stoffen, die aan geen levensproces meer deelnemen, zal ook het hout in den natuurlijken toestand, zooals men in 't dagelijksch leven zegt, *bederven* en *verrotten*, en daardoor geheel of gedeeltelijk de eigenschappen verliezen, waaraan het zijn waarde als grondstof voor de mechanische nijverheid te danken heeft.

Al naar de verschijnsels, die met de houtrotting gepaard gaan, onderscheidt men verschillende soorten van bederf; men spreekt bijv. van *droge* en *natte rotting* of *vervuring*, van *verstikking*, enz. en schrijft deze verschillende soorten van bederf aan verschillende oorzaken toe. Naar aanleiding van talrijke feiten, die in de laatste jaren ten gevolge van wetenschappelijke onderzoekingen aan 't licht werden gebracht, moet evenwel de ontaarding, het bederf van het hout, in verreweg de meeste gevallen aan *éénzelfde* oorzaak worden geweten, n. l. aan de ontledende werking van allerlei zwammen.

Op hun werking wenschen wij nu in de eerste plaats 's lezers aandacht te vestigen.

Daarna zullen wij eenige bladzijden wijden aan houtbedervers uit het dierenrijk. Een ieder weet, wat te verstaan is onder hout, dat door den „*worm*" is vernield; maar met betrekking tot de „houtwormen" zelve heerschen nog zeer zonderlinge meeningen — zoo zonderling, dat een beschouwing van deze houtvernielers, al is ze dan ook slechts een oppervlakkige, ons hier alleszins gewenscht voorkomt.

Hoe langer het hout weêrstand bieden kan aan de ontledende werking van plant en dier, des te langzamer zal het ontaarden. Verschillende omstandigheden oefenen op dat weêrstandsvermogen invloed uit. Ook dienaangaande zullen wij het een en ander meêdeelen, en zoodoende den natuurlijken duur der houtsoorten in 't volgende Hoofdstuk ter sprake brengen.

VIERDE HOOFDSTUK.

Ontleding of bederf.

---

53. De natuurlijke duur van het hout na de velling wordt bepaald door de meerdere of mindere snelheid, waarmede eigenschappen, die het voor technische doeleinden zoo uitermate geschikt maken, geheel en al verdwijnen of ten minste in hooge mate verminderen.

Verschillende omstandigheden hebben op het vroeger of later intreden der ontaarding en op de snelheid, waarmede zij voortgaat, een grooten invloed.

Niet alleen toch kunnen de houtsoorten eigenschappen bezitten, die hun een groot weêrstandsvermogen tegen een hoedanigheidsverandering verleenen, — eigenschappen, die een gevolg zijn van de voorwaarden, die tijdens den groei van het hout waren vervuld, — maar zij kunnen ook op verschillende wijzen in de techniek toepassing vinden, nu eens in gunstiger dan weêr in ongunstiger toestand verkeeren, hier aan weinige, daar aan vele vijanden het hoofd moeten bieden.

Voordat wij de duurzaamheid der houtsoorten onder verschillende omstandigheden kunnen nagaan, moeten wij met de oorzaken der ontaarding zoo goed mogelijk bekend zijn; daarom zij eerst een enkel woord gewijd aan de beantwoording der vraag: *waardoor bederft en vergaat het hout?*

54. Reeds meermalen vestigden wij de aandacht op het feit, dat verschillende insecten als houtbedervers optreden.

Hun werking, waarop wij later uitvoerig terugkomen, heeft een vermindering van de vastheid van het houtweefsel ten gevolge; de hoedanigheid van het hout vermindert dus, of m. a. w. het bederft en vergaat ten slotte.

In 't dagelijksch leven heeft men evenwel met bederf en vergaan van hout, alleen veranderingen op het oog, die zich, wel is waar, eveneens kenmerken door een vermindering der vastheid van het houtweefsel, maar die, naar men meent, voornamelijk veroorzaakt worden door de samenwerking van lucht, water en warmte.

Deze meening werd tot op den huidigen dag, voor zooverre ons bekend is, door onze technische schrijvers verkondigd; zij wijkt grootelijks af van die, welke door ons gehuldigd wordt, sedert wij kennis namen van verschillende wetenschappelijke onderzoekingen, die op het bederf en de rotting van hout betrekking hadden.

In hoeverre de voorstelling, die men zich van het vergaan of verrotten van het hout maakt, afwijkt van die, welke men zich op grond dezer onderzoekingen, daarvan o. i. maken *moet*, kan uit eene vergelijking het beste blijken.

Wij zullen daarom in de volgende paragraaf kortelijk aanhalen, wat omtrent de ontaarding van het hout wordt vermeld; daardoor zijn wij tevens in de gelegenheid om eenige der meest algemeen voorkomende verschijnsels van rotting bij bouw- en werkhout te beschrijven.

55. Het hout bestaat uit verschillende stoffen, die, de eene gemakkelijker dan de andere, onder de werking van water, van lucht en van warmte tot ontbinding kunnen overgaan. De houtvezels, in den zuiveren toestand, zouden grooten wêerstand aan de ontleding bieden; de sapbestanddeelen van het hout zijn evenwel in hoogen graad aan bederf onderhevig en slepen de vezels in het ontledingsproces mede, waardoor hun samenhang verloren gaat en het hout, waarvan zij deel uitmaken, zijn hardheid, vastheid en buigzaamheid verliest. Deze verandering van het hout, *door vrijwillige ontleding der sappen*, waaraan spoedig de houtvezels deelnemen, wordt *verrotten* genoemd.

Is die ontleding plaatselijk en beperkt tot 't binnenste gedeelte van het hout, kan daarbij lucht noch water toetreden, dan noemt men de rotting meer bepaald *vervuring* [1]) of *droge rotting* in tegenoverstelling van *natte rotting*, die bij een overmaat van vochtigheid plaats heeft, waardoor het hout gelijkmatig en onafgebroken wordt ontleed (bijv. in vochtigen grond).

Terwijl het hout bij de natte rotting meestal een witte kleur aanneemt en witte vlekken vertoont op de aangetaste gedeelten, wordt bij de vervuring het hout meer of minder donkerbruin; het riekt dan onaangenaam en wordt zeer hygroscopisch.

Als een verschijnsel dezer vervuring noemt men o. a.

roode olm of molm; het wordt meestal in het inwendige van het hout waargenomen. Deze roode olm doet het hout zeer snel ontaarden, en verandert de vezels zoodanig, dat ze gemakkelijk zijn fijn te wrijven. Is het bederf zóóver nog niet gevorderd dan bemerkt men, op een glad geschaafd oppervlak, rosachtige vlekken, die vooral duidelijk te voorschijn komen, wanneer het hout vooraf sterk bevochtigd is.

Ook *uileveêren* zijn een zeer eigenaardig vervuringsverschijnsel; op de bedorven plaatsen vertoont het hout bruine vlammen en strepen, met witte streepjes in de richting van den draad, die zoodanig gerangschikt zijn, dat men bij de waarneming onwillekeurig aan een nabootsing van vogelveêren denkt.

Is het hout door *de werking der zuurstof uit de dampkringslucht* bedorven, terwijl water en warmte die werking ondersteunden, is het langzaam geoxydeerd dan zegt men, dat

---

1) In de vertaling van het *Handbuch der mechan. Technologie* van Dr. KARMARSCH, door G. KUYPER Hz. (1876, afl. 10), wordt op blz. 723 gezegd:

„De *droge rotting*, welke bij ons meer in 't bijzonder den naam draagt van *vervuring*, openbaart zich bij eene geringer en afwisselend nu eens klimmende dan-weder dalende mate van vochtigheid, waarbij derhalve de vernieling bij tusschenpoozen wegens gebrek aan vochtigheid, minder of zelfs afgebroken wordt en over 't geheel langzamer voortschrijdt (bijv. boven vochtigen grond of in de open lucht; voorts overal waar slecht gedroogd hout verhindering ondervindt in het afzetten van zijn natuurlijke vochtigheid door uitdamping zonder juist van buiten aan natheid te zijn blootgesteld)."

het *vermolmd* of *verwêerd* is. Dergelijk hout treft men meermalen in de bosschen aan; het hout van achtergebleven stronken en van oude, op stam gestorven boomen, wordt daar op den langen duur gewoonlijk zoodanig veranderd, dat het weinig inspanning kost om het tot poeder te wrijven. Het vermolmde of verwêerde hout phosphoriseert meestal zeer sterk; men verklaart dit verschijnsel uit het oxydatieproces, dat het hout bij de vermolming ondergaat, maar, zooals weldra blijken zal, moet het phosphoriseeren aan een geheel andere oorzaak worden toegeschreven.

Vervolgens kan het hout ook *verstikken*. Wanneer het des zomers een geruimen tijd in de schors in de vrije lucht heeft gelegen, vertoont het hout voornamelijk in de buitenste splintlagen geen natuurlijke kleur meer; het is als het ware „aangeloopen"; het splint van esschenhout krijgt een blauwachtig bruine, dat van eikenhout een donkerbruine, en dat van naaldhout een grauwachtig blauwe kleur. Wordt dergelijk hout niet spoedig van de schors bevrijd en snel uitgedroogd, dan verliest het weldra zijn vastheid en geheel en al zijn oorspronkelijke kleur. Als oorzaak van dit bederf wordt de *gisting der sappen* aangegeven.

Enkele houtsoorten, vooral esschenhout, verliezen hun vastheid op die plaatsen, waar bijv. ijzeren of andere beslagen worden aangebracht; bij den minsten stoot kan het, na wegneming van het beslag, op die ontaarde gedeelten glad en zonder splinteren afbreken. Ook dit verschijnsel wordt aan verstikken (of *slapen*) toegeschreven.

Ten slotte wordt ook het hout in sommige gevallen bedorven door de *werking van huiszwam*, *duivelsbrood of paddestoelen*. Deze gewassen ontstaan op, en groeien ten koste van het hout in dompige plaatsen, waar de lucht zeer vochtig is en zelden ververscht wordt; zoo bijv. op vloerbalken, houtwerk in kelders enz.

56. Wij hebben hiermede, en naar wij meenen nauwkeurig, al datgene mêegedeeld, wat in onze technische boeken omtrent het rotten of vergaan van het hout wordt geleerd. Daaruit

volgt, en geen andere gevolgtrekking is o. i. mogelijk, dat men de hoofdoorzaak van het houtbederf zoekt in de werking der zuurstof; zij werkt vernietigend en ontledend, gedeeltelijk in den vrijen toestand (zuurstof uit de lucht bij vervuring, vermolming, enz.), gedeeltelijk in den gebonden toestand (zuurstof uit het water bij natte rotting, enz.); haar werking wordt door warmte ondersteund.

Wanneer men evenwel geen vreemdeling is op het gebied der wetenschap van onze dagen dan kan men zich met bovenstaande verklaringen en ophelderingen aangaande houtbederf moeielijk meer tevreden stellen.

Overal toch, waar in de natuur organische stoffen tot ontleding overgaan, overal, waar bederf heerscht, moet die ontleding of dat bederf, volgens den hedendaagschen stand der wetenschap toegeschreven worden aan de werking van zwammen; zoo ook het bederf van het hout. In de uitkomsten van talrijke onderzoekingen bezitten wij even zoovele bewijzen voor de juistheid der stelling, dat de rotting van het hout, de ontaarding van het weefsel, *hoofdzakelijk* door zwamwerking wordt veroorzaakt. Een verklaring van die werking op het hout moge nu volgen.

57. Zwammen zijn plantjes, die zich niet door zaden, maar door sporen voortplanten [1]). Zij kenmerken zich door de afwezigheid van bladgroen. Dientengevolge zijn zij niet in staat om anorganische stoffen in organisch voedsel om te zetten; daar dit evenwel voor hun ontwikkeling, voor hun leven, onvoorwaardelijk noodig is, moeten de zwammen het zich op andere wijzen verschaffen. Zij ontnemen daarom die organische stoffen aan levende of doode planten of dieren, of aan voortbrengselen uit het planten- en dierenrijk afkomstig; voor zooverre zij woekeren op *levende* organismen rangschikt men de zwammen onder de ware *woekerplanten;* zoo zij hun voedsel aan andere organische lichamen onttrekken, noemt men ze *afvalplanten.*

---

1) Deze zwamsporen zijn gewoonlijk zeer kleine ééncellige lichaampjes van nagenoeg bolvormige gedaante; de celwand omsluit een protoplast.

Deze plantjes zijn ook niet alle evenzeer ontwikkeld; sommige hebben een zeer eenvoudige gedaante, en bestaan slechts uit één enkele cel, bijv. *splijtzwammen* of *bacterien*, andere bezitten een zeer samengesteld maaksel, zoo bijv. de *ware zwammen*, waartoe o. a. onze gewone huiszwam behoort [1]).

De zwammen, die op hout zijn waargenomen, of die, waarvan de ontledende werking op het hout bekend is, behooren zoowel tot de hooger als tot de lager georganiseerde soorten. Gedeeltelijk zijn deze houtzwammen woekerplanten, gedeeltelijk afvalplanten, want zoowel het hout, dat nog deel uitmaakt van den levenden stam als dat, hetwelk bewerkt of ter bewerking voorbereid is, is aan hun aanvallen blootgesteld.

Zooals opgemerkt is, planten deze zwammen zich voort door sporen; door hun gering gewicht worden deze natuurlijk uiterst gemakkelijk van de plaatsen, waar zij door de moederplant werden voortgebracht, door de lucht en door het water weggevoerd, en daaruit ten slotte op het oppervlak van het een of ander lichaam afgezet. Zijn de omstandigheden nu gunstig, kunnen aan dit lichaam stoffen onttrokken worden, die de zwam ter voeding noodig heeft, zijn vochtigheid en warmte voldoende, dan ontwikkelen zich de sporen.

Die ontwikkeling begint bij de ware zwammen met de vorming van draden, die uit in de lengte gerekte cellen bestaan; deze draden, het *mycelium* der zwam genoemd, dringen in het lichaam of in het voorwerp, waarop de sporen toevallig werden afgezet, nemen al het voedsel tot zich, dat zij op hun weg ontmoeten, en maken daardoor den verderen groei der zwamplant mogelijk; de functie dezer draden komt dus overeen met die der wortels van andere planten.

Maar behalve dit mycelium, of het vegetatieve gedeelte der plant, ontwikkelt zich aan het oppervlak van het lichaam,

---

1) De plantenkundigen onderscheiden vijf hoofdgroepen van zwammen:
1°. splijtzwammen, 2°. gistzwammen, 3°. slijmzwammen, 4°, draadzwammen en 5°. ware zwammen. Tot de laatste groep behoort de zoozeer gevreesde huiszwam (Merulius lacrymans Schum.).

waarop de zwam woekert, meestal nog een vruchtlichaam, waarin de sporen ontstaan. De vorming van dit generatieve zwamdeel kan gedurende langen tijd achterwege blijven; het is dus mogelijk, dat het mycelium zich reeds krachtdadig *in* het hout heeft doen gelden, vóór men aan het oppervlak de aanwezigheid van zwammen bespeurt [1]).

Het ontstaan van vruchtlichamen en de vorming van sporen zullen hier verder geen punten ter behandeling uitmaken; alleen zullen door eenige voorbeelden de ontwikkeling in en de werking van het mycelium op het houtweefsel worden toegelicht.

Wij maken daartoe gebruik van mededeelingen van prof. HARTIG, betreffende zijn onderzoekingen van ontledingsverschijnsels, die men bij verschillende houtsoorten waarneemt, en met de namen *droge* en *natte rotting*, *vervuring*, enz. bestempelt [2]).

58. Met behulp der figuren op de Plaat zullen wij dan in de eerste plaats de werking trachten duidelijk te maken van een zwam, die o. a. het hout van den fijnen spar vernielt, en bij de botanici onder den naam *Polyporus annosus Fries* bekend is.

De sporen, waaruit deze zwam ontstaat, zijn in fig. VI zeer vergroot afgebeeld, en hebben een eivormige gedaante; hun

1) Waarschijnlijk is hieraan de volgende mededeeling te danken, in het *Handboek der Mechan. Technologie* van KARMARSCH (uit het Hoogduitsch door G. KUYPER) 2de druk, Dl. I, blz. 722:

„Zoodra deze vernieling (het rotten of bederf van 't hout door ontleding der sappen), „vooral onder den toevoer eener grooter hoeveelheid vocht, tot die hoogte geklommen „is, dat het vezelig weefsel begint over te gaan in het aardachtig, dán komt op de „oppervlakte van het hout dat sponsachtig uitwas te voorschijn, hetwelk bij ons onder „den naam van *duivelsbrood*, *paddestoel* of *huiszwam* bekend is, en alsnu zijnerzijds de „vernieling van het hout bespoedigt, aangezien het hieruit zijn voedsel trekt."

Hetgeen hier te voorschijn komt is o. i. het *generatieve deel* der zwam, wier *vegetatief gedeelte*, het „vezelig" weefsel in het „aardachtig" had omgezet.

2) *Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Fichte in forstlicher, botanischer und chemischer Richtung*, von dr. R. HARTIG. Berlin, Verlag von J. SPRINGER, 1878.

grootste afmeting bedraagt 0,005 m.M. Wanneer deze sporen op een spar ontkiemen, en het mycelium het hout bereikt, ontwikkelt zich dit in den beginne in de richting der mergstralen en wel in 't bijzonder in de cellen dier mergstralen (fig. Ia). De eiwitstoffen, die zich daar bevinden, worden onder den invloed der myceliumdraden in een bruine vloeistof veranderd, waardoor het geelachtig witte hout, ter plaatse waar zich de aangetaste mergstralen bevinden, een violette tint aanneemt (fig. I).

Door het vele voedsel in deze cellen tiert de plant zeer welig, en ontwikkelen zich nog meer draden. Is de bruine vloeistof ten slotte geheel verteerd, dan verdwijnt de violette kleur, om plaats te maken voor een aanvankelijk lichtgele kleur met violetten zoom, die later in een bruine kleur overgaat; gelijktijdig komen ook in het hout, en vooral in het losse voorjaarshout, talrijke kleine zwarte vlekjes te voorschijn, die voornamelijk op een tangentiale doorsnede zeer duidelijk zijn waar te nemen (fig. II). De draden hebben zich namelijk, toen het voedsel in de mergstraalcellen ten einde raakte, een uitweg gebaand, en drongen door de aangrenzende wanden der tracheïde-vezels, omdat, waarschijnlijk door openingen, die door een enkelen myceliumdraad waren geboord, een gedeelte der bruine vloeistof uit de mergstraalcellen in de vezelholten was overgevloeid. In die holten ontwikkelen de draden zich nu ook weêr bij uitstek; zij nemen het voedsel op, vertakken zich, en vullen de ruimten in de vezels soms geheel en al aan (fig. IIa). Die groepen van opeengehoopte myceliumdraden vormen de zwarte stipjes of vlekjes, waarvan wij zoo even melding maakten.

Is nu de voedende stof uit de vezelholte ook opgenomen, dan tasten de myceliumdraden, wanneer zij niet afsterven, hetwelk met het verdwijnen van zwarte stipjes gepaard gaat, ook eindelijk de vezelwanden zelve aan. Geschiedt dit, dan worden het eerst de stoffen verwijderd, die, zooals houtgom, houtstof, enz., tusschen de cellulose-deeltjes der wanden zijn afgezet; de cellulose wordt dus als 't ware van vreemde be-

standdeelen gereinigd [1]). Deze ontledingsperiode wordt op 't hout merkbaar, doordat zich rondom de zwarte vlekjes witte randen vormen (fig. III). Door de nieuwe werking van 't mycelium wordt vooral de buitenste wandlaag der vezels getroffen (zie blz. 9); deze verdwijnt zeer spoedig geheel en al, zoodat de samenhang der vezels geheel wordt verbroken (fig. IIIa; rechtsche gedeelte). De cellulose biedt dus wel zeer lang weêrstand aan de vernieling, maar wordt toch ten slotte ook aangetast.

De witte vlekjes op het hout breiden zich bij 't voortgaan der ontleding al meer en meer uit, en vloeien eindelijk samen, zoodat dan in het vastere herfsthout slechts een witachtige, zeer losse massa overblijft (fig. IV en IVa).

Een schematische voorstelling van de ontleding der vezelwanden door de zwammen, ter plaatse waar de witte vlekken gevormd worden, geeft fig. VII. Van b tot g zijn daar tracheïden op dwarsche doorsnede afgebeeld, die zich in verschillende stadiën van ontleding bevinden; de gele kleur wijst op de aanwezigheid van houtstof, m. a. w. op onaangetaste wanddeelen. Bij a is de vezel in den normalen toestand afgebeeld; in b is de wand reeds eenigszins aangetast, de houtstof verdwijnt gedeeltelijk, en daarmede, in de figuur, de gele kleur. De wanddikte blijft evenwel bij verdere ontleding (c, d) dezelfde, zoodat van een bepaalde oplossing van dien wand nog geen sprake is. Eindelijk is ook in e de buitenste wandlaag, de verbindingslaag der vezels, geheel in cellulose omgezet of van houtstof gereinigd. Nu begint de eigenlijke vernietiging met de verwijdering dezer verbindingslaag; ze gaat langzaam naar het inwendige van de vezel voort, al meer en meer wordt de zuivere cellulose verwijderd, totdat van den vezelwand ten slotte niets meer dan het geraamte overblijft, dat in de figuur door g wordt aangegeven.

---

1) HARTIG oppert nog een andere meening omtrent de werking der zwammen in deze periode der ontleding. Het kan volgens hem ook mogelijk zijn, dat de lignine en andere stoffen, die zich tusschen de cellulose-deeltjes hebben afgezet, door een chemische werking der zwammen wêer in cellulose worden omgezet — dat dus de zwammen een proces veroorzaken, tegengesteld aan dat, waardoor houtstof uit cellulose wordt gevormd.

Van uit de deelen van het houtweefsel, waar zich de witte vlekken vertoonen, ontwikkelen de myceliumdraden zich verder in de draadrichting van het hout.

De vernieling der vezels geschiedt op de plaatsen, die zich niet in de onmiddellijke nabijheid der witte vlekken bevinden, op eenigszins andere wijze als zooeven werd geschetst. Het rechtsche gedeelte van figuur VII geeft daarvan een duidelijke voorstelling. Men ziet, wanneer men de celwandontaarding van a langs h, i, k, enz. tot p volgt, dat zij langzaam van binnen naar buiten voortgaat. De omzetting van houtstof in cellulose, of de verwijdering der houtstof, wordt nu direct gevolgd door een totale oplossing van het aangetaste wandlaagje; in dit geval gaat dus de vernietiging der centrale deelen van den vezelwand aan die der peripherische vooraf.

Eigenaardig is de verhouding van hars of terpentijn in het vurenhout tegenover de ontledende werking der zwamdraden. Dit bestanddeel ontwijkt n. l. uit de aangetaste cellen, trekt zich eerst naar 't herfsthout, en wanneer dit vernield wordt, naar de buitenste splintlagen terug. Maar zeer gemakkelijk wordt de terpentijn niet teruggedrongen; slechts uiterst langzaam verplaatsen hare deeltjes zich, zoodat dientengevolge de ontleding niet zoo snel kan voortgaan, als zonder de aanwezigheid van genoemde stof het geval zou zijn.

59. De vernieling van het hout der loofboomen door de zwammen komt in hoofdzaak met die van het naaldhout overeen. Toch zullen wij nog door een enkel voorbeeld de werking nagaan van een andere Polyporus-soort op loofhout, omdat wij daardoor tevens in de gelegenheid zijn, om het ontstaan der zoogenaamde „maanringen" toe te lichten (blz. 63).

De *Polyporus igniarius Fr.* is een zwam, die het meest algemeen op eikenhout, maar ook op dat van ooftboomen, van beuken, haagbeuken, wilgen en populieren woekert.

Wanneer sporen dezer zwam zich op eiken ontwikkelen, dringt het mycelium zeer spoedig door de schors in het splint. Hier maakt zich de aanwezigheid van mycelium weldra kenbaar door de kleurveranderingen, die de buitenste houtlagen

ondergaan; het splintweefsel wordt donkerbruin en ten slotte geelachtig wit.

Een deel der myceliumdraden ontwikkelt zich verder in de draadrichting van het splint, enkele vertakkingen richten zich ook naar het hart van den boom, en tasten eindelijk het kernhout aan; dit wordt in 't begin der ontleding iets bruiner van kleur, eindelijk, evenals 't splint, geelachtig wit gekleurd. Heeft de ontleding van 't kernhout zich zoover uitgebreid, dat deze geelachtig witte kleur over de breedte van eenige jaarringen, 't zij langs hun geheelen omtrek, 't zij slechts langs een gedeelte er van, waargenomen wordt, vertoonen zich daardoor in het kernhout jaarringen, die nagenoeg dezelfde kleur hebben als het splint, dan vormen deze het zoogenaamd „dubbel splint" of een „maanring."

Dikwijls is de kleur in alle deelen van een maanring niet dezelfde. Het mycelium ontwikkelt zich namelijk met voorliefde in de vaten, en daarom wordt dat gedeelte van het houtweefsel, waarin zich de meeste vaten bevinden, — bij eikenhout dus het voorjaarshout — het sterkst door de zwam aangetast; de voorjaarslagen der jaarringen vertoonen dientengevolge reeds de geelwitte kleur, terwijl het najaarshout nog een bruine kleur bezit. Men vergelijke met deze beschrijving fig. V der Plaat, die een gedeelte van een dergelijken, nog niet voltooiden maanring in eikenhout voorstelt.

De bruine ringen, die men bij het begin der ontleding in den maanring waarneemt, verdwijnen met het voortgaan der ontleding in het herfsthout, zoodat ten slotte de gele kleur met geen andere meer afwisselt.

Op welke wijze werden nu door de myceliumdraden de beschreven kleurveranderingen veroorzaakt?

De draden ontwikkelen zich weêr het eerst in de mergstraalcellen. De looistof, die zich daarin bevindt, wordt zeer spoedig opgenomen zonder voorafgaande omzetting in andere stoffen. Het bewijs daarvoor vindt Hartig in de omstandigheid, dat de myceliumdraden, die in de mergstraalcellen zoo welig groeiden, door een oplossing van ijzerchloried donker-

blauw worden gekleurd, en dus de reactie vertoonen, die voor looistof uit eikenhout kenmerkend is.

Deze waarneming verdient wel onze aandacht; er volgt n. l. ten duidelijkste uit, dat

1° de looistoffen niet, zooals men meende, altijd conserveerend in het hout werken; integendeel, waar het de ontleding door hoogere zwammen betreft, zal deze in den levenden boom worden bevorderd, daar looistoffen als voedsel door de zwammen worden opgenomen; en dat

2° de werking dezer cryptogamen op het hout, in zoover zij de bestanddeelen daarvan doen verdwijnen, geen zuiver chemische is.

Voor 't overige is de werking der myceliumdraden van deze zwam in het eikenhout nagenoeg gelijk aan die van P. annosus in dat van den fijnen spar.

Ook hier worden nu, na de verwijdering van looistof, de organische stoffen, die zich in de mergstraalcellen bevinden (zetmeel, suiker, enz.), in een bruine vloeistof veranderd, die aan het houtweefsel een bruine kleur meêdeelt. Is deze vloeistof opgeteerd, heeft ze tot voedsel gestrekt, dan boren zich dunne takken der myceliumdraden door de wanden der omliggende vezels, bij voorkeur door die der tracheïden. Daarin begint nu eenzelfde proces als dat, hetwelk wij, in verband met het rechtsche gedeelte van fig. VII, beschreven hebben: vóór hun totale oplossing worden de vezelwanden laagsgewijze van binnen naar buiten van houtstof gereinigd, en daardoor wordt de aanvankelijk bruine kleur van het aangetaste hout tegen het einde van het ontledingsproces door een lichtgele kleur vervangen.

Met betrekking tot deze kleur zij nog opgemerkt, dat zij in de lucht wordt gewijzigd, omdat dan door den grooten toevoer van lucht het mycelium zich weelderig aan het oppervlak van het hout ontwikkelt; een versch snijvlak van door de zwam aangetast hout vertoont daardoor spoedig een donkergele kleur, die van de talrijke myceliumdraden afkomstig is.

Wij meenen met deze voorbeelden de ontwikkeling en den vernielenden invloed van het mycelium der ware zwammen op het hout genoegzaam te hebben toegelicht; hetgeen overigens met betrekking tot de werking der zwammen bekend is, zal, voor zoover dit hier van belang kan worden geacht, ten slotte in algemeene trekken worden geschetst.

60. Volgens de uitkomsten van verschillende wetenschappelijke onderzoekingen, op enkele waarvan hierboven de aandacht gevestigd werd, behooren de zwammen, die het hout aantasten en doen ontaarden, voornamelijk tot de hoogst ontwikkelde zwamsoorten.

De *ware zwammen* deelen aan het hout, tijdens de ontwikkeling van het mycelium, allerlei kleuren mede, zoowel een roode en geelbruine, die bij de zoogenoemde „natte" rotting, als een gele en witte, die bij de „droge" rotting te voorschijn komt. De wijze, waarop het hout zal ontleed worden, m. a. w. of dit de verschijnsels van droge of van natte rotting vertoonen zal, hangt, voor zoover dit geschiedt door de ware zwammen, van de eigenschappen der zwamsoort af, en niet, zooals men meende, alleen of nagenoeg alleen van uitwendige invloeden, als meer of minder gemakkelijke toetreding van lucht, hooger of lager luchttemperatuur, grooter of kleiner vochtigheidsgehalte, enz.

De ontwikkeling der myceliumdraden in het hout geschiedt ten koste van de daar voorhanden eiwitstoffen, phosphaten, koolhydraten (zetmeel, suiker), enz., — allen stoffen, die als voedsel door de zwammen worden opgenomen. Om dit voedsel te bereiken, worden zelfs de dikste vezel- en vatwanden doorboord, en deze, nadat al het verteerbare, wat zij omsloten, is opgenomen, ten slotte zelf meer of minder krachtdadig door het mycelium aangetast.

De verwijdering der bestanddeelen van de vaste houtmassa kan op tweëerlei wijze geschieden; òf zij worden als zoodanig door de vegetatieve werktuigen der zwammen opgenomen, die daaruit, onder afscheiding van koolzuur, de produkten vormen, die zij voor hun ontwikkeling behoeven, òf zij worden vooraf in andere verbindingen omgezet. Hoewel de scheikun-

dige processen, die bij deze ontleding van het hout voorkomen, zeer ingewikkeld moeten zijn, wijzen de scheikundige analysen toch weinig of geen verschil aan in de samenstelling van gezond en rot hout, wat het gehalte aan waterstof, zuurstof en koolstof betreft.

Maar niet alleen aan de schadelijke werking van deze hoog ontwikkelde zwammen staan de houtsoorten bloot.

Afdalend in de reeks der zwamgroepen, zooals die door de botanici is opgesteld (zie de noot op blz. 112), ontmoeten wij, bijv. in de groep der *draadzwammen*, niet minder houtvernielende soorten. Daartoe behooren o. a. zwammen, die in vermolmd hout werkzaam, en oorzaak zijn van de phosphorescentie, waarvan in vorige bladzijden met een enkel woord werd gesproken; het lichten van dit hout, dat men vooral bij vochtige luchtgesteldheid waarneemt, wordt veroorzaakt door myceliumdraden, want worden de zwammen gedood, dan blijkt, dat met hun leven ook het lichtgevend vermogen van het vermolmde hout verdwenen is.

De zwammen, die wij hier op 't oog hebben, worden in 't dagelijksch leven met den naam van *schimmels* bestempeld. Om te kunnen leven, behoeven deze schimmels zuurstof, en dus lucht. De sporen, die zich uit de lucht op hout hebben neêrgezet, ontwikkelen zich bij voldoende warmte en vochtigheid, en werken oxydeerend, langzaam verbrandend, doordat zij de zuurstof op de bestanddeelen van het hout overbrengen; hoe ruimer de luchttoevoer is, des te sneller is hun ontwikkeling en werking. De organische stoffen worden daardoor langzaam ontleed, en in een bruine of zwarte humusachtige massa omgezet; de anorganische blijven onaangetast.

Nog verder afdalend in de zwammenreeks naderen wij eindelijk tot de groep der *splijtzwammen* of *bacterien*. In deze groep, waarin de mensch zijn grootste vijanden (ziekteverwekkende bacterien) moet zoeken, treft men ook zwammen aan, die een vernietigende werking op het hout uitoefenen. In stilstaande wateren, in poelen en moerassen kan het hout, zooals bekend is, niet minder gemakkelijk dan in de

lucht worden ontleed. Men treft in die wateren zwammen aan, uit korte cilindrische cellen bestaande, wier werking (in water) daarin bestaat, dat zij cellulose omzetten in een of andere voor hen gemakkelijk verteerbare stof, die ten slotte in koolzuur en in zoogenaamd „moerasgas" [1]) wordt ontbonden. Wanneer deze zwammen in groot aantal voorhanden zijn, en er weinig ander voedsel meer aanwezig is, dan tasten zij ook hout aan, en ontleden dit op de beschreven wijze.

In den regel oefenen verschillende zwamsoorten, achtereenvolgens of tegelijkertijd, hun ontledende werking op het hout uit; daardoor zijn de processen, die bij de rotting optreden, dikwijls uitermate samengesteld. De taak van den onderzoeker dezer ontledingsprocessen wordt dientengevolge zeer bemoeilijkt, en zeer zeker zullen nog vele jaren verloopen, voor men van alle verschijnsels met betrekking tot de houtrotting nauwkeurige, op wetenschappelijke onderzoekingen gegronde verklaringen zal kunnen geven.

61. Maar nog langs een anderen weg komt de ontaarding van het hout tot stand.

Wij gewaagden er reeds meermalen van, dat verschillende bestanddeelen, in sommige gevallen zelfs die der vezel- en vatwanden, de aangewezen voedingsstoffen zijn voor allerlei dieren.

De houtbedervers uit het dierenrijk behooren, met weinige uitzonderingen, tot de groote afdeeling der *gelede dieren*, en meer bepaald tot de klasse der *insecten*.

Het meerendeel dezer insecten ondergaat, voor zij zich geheel ontwikkeld hebben, een volkomen gedaanteverwisseling. Zij komen n. l. uit het ei als larve of masker onder een gedaante, geheel verschillend van die, welke het volmaakte insect bezit: in dien toestand zijn zij voor de paring geheel ongeschikt, en leven oogenschijnlijk slechts om zich te voeden.

Dán zijn zij ook in het hout het meest gevreesd. Door de zorg van het moederinsect vinden de larven der houtbedervers

---

1) De gasblazen, die somwijlen in grooten getale uit de modder onzer grachten en slooten opstijgen, bestaan voor een groot gedeelte uit dit ontledingsprodukt.

wel voedsel in de onmiddellijke nabijheid van de plaats, waar zij uit 't ei zijn gekropen (in en onder de schors der boomen), maar is dit verteerd, dan zoeken zij nieuwe voedingsstoffen op, en boren daarvoor in 't hout tal van gangen van grooter en kleiner diameter.

Uit de larve vormt zich een pop, waaruit zich het volkomen insect ontwikkelt, dat in staat is zijn geslacht voort te planten. Is er genoeg voedsel in 't hout aanwezig, dan blijft het dikwijls daarin voortleven, en maakt zich nieuwe gangen; dikwijls ook verlaat het de geboorteplaats, en laat slechts duidelijke sporen van zijn verblijf achter, n. l. grooter of kleiner gaten aan het houtoppervlak, die al dan niet met houtmeel zijn gevuld.

62. De klasse der insecten wordt door de dierenkundigen in verschillende orden verdeeld, waaronder vooral die der *schildvleugeligen* (torren of kevers), der *vliesvleugeligen* (o. a. wespen) en der *schubvleugeligen* (vlinders) dieren opleveren, die als houtbedervers geboekt staan. Groot is het aantal daarvan, dat hout gedeeltelijk als woon- en broedplaats kiest, en ook het noodige voedsel daar vinden kan. Omdat de grootste hoeveelheden der voedingsstoffen in het splint aanwezig zijn, treft men de houtbedervende insecten ook meer in de jongere houtlagen dan in 't kernhout aan. Zoolang de insecten, om tot dit voedsel te geraken, het houtweefsel, bijv. van een gevelden stam, slechts in de nabijheid van het cambium aantasten, en tusschen schors en splint hun gangen boren, is dit uit een technisch oogpunt zeer onschadelijk; alleen wanneer zij geschikte broedplaatsen of verblijven voor den wintertijd aanleggen, daarvoor gangen graven in de richting van het splint naar den mergkoker, en van daar uit nieuwe gangen openen, is hun werking meer te duchten.

Dit zij opgemerkt, dat de insecten in den regel slechts die boomen, of die stammen tot hun woon- of broedplaats uitkiezen, waarvan het hout niet meer gaaf is, maar meer of minder door parasieten uit 't plantenrijk is aangetast; is dergelijk hout evenwel niet voorhanden, of zijn de insecten in groot aantal aanwezig, dan vallen zij ook op gezond hout aan. Geen enkel

natuurlijk bestanddeel van het hout weert hen, met uitzondering, naar het schijnt, van hars; geveld naaldhout, dat zeer harsrijk is, heeft weinig van insecten te lijden.

Wij zullen door enkele voorbeelden de werking der insecten, of „van den worm", zooals men in 't dagelijksch leven zegt, [1]) nader toelichten, en ons daarbij niet bepalen tot de „wormen", die slechts in bouw- en werkhout worden aangetroffen, maar ook de aandacht vestigen op die, welke 't levend hout, het hout op stam, vernielen [2]). Voor een *zeer nauwkeurige* beschrijving van de houtbedervers, die hier nu ter sprake komen, moet naar de boeken over insectenkunde worden verwezen.

63. Onder de verschillende families der *schildvleugeligen* is die der *schorskevers* zeer schadelijk voor de op stam staande boomen; zoowel de volkomen insecten, de kevers, als hun larven, boren door middel van de stevige kaken gangen in

---

1) De larven gelijken, wat hun lichaamsvorm betreft, zeer veel op een worm (veel jaren geleden werden zij ook als „wormen" beschreven); aan deze gelijkenis is het te danken, dat men nog altijd van den „worm" in 't hout spreekt, en het hout, dat door insecten, hetzij door 't volkomen insect of door zijn larve is aangetast, „wormstekig" noemt.

2) In Hoofdstuk XV van den *Instructie-Inventaris voor de Artillerie der Landmacht*, (Breda, 1881), wordt onder de *Algem. Ophelderingen* omtrent *Constructiehout* meêgedeeld:

blz. 126. „Het op den stam staande Ht. (hout) heeft dikwijls reeds gebreken, die aan het gevelde Ht. nadeel doen. Deze zijn hoofdzakelijk: . . . .

blz. 128. 6°. *Worm*, die wordt onderscheiden in G. (grooten), Kl. (kleinen) en dooden worm. De G. worm bevindt zich in den levenden stam, en sterft spoedig na het vellen van den boom. Hij wordt het meest in zacht - Ht., voornamelijk op de zachtste plaatsen aangetroffen, heeft een bruine kleur, een lengte van omtrent 0.04 (M.), een breedte van 0,015 (M.), en iets minder dikte. Hij vreet zeer onregelmatig loopende gaten, van ongeveer 0.02 (M.) Ml. (middellijn) in het Ht. en doorwoelt somtijds den stam zóódanig, dat de sterkte er belangrijk door wordt benadeeld.

De Kl. worm komt bij goed eiken - Ht. in het droge spint, doch hoogst zelden in het vaste droge Ht. voor.

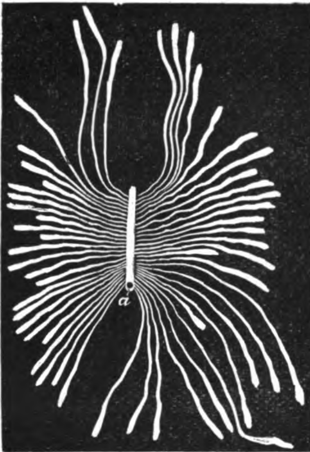
De doode worm komt nimmer in het vaste droge Ht. voor, hij kenmerkt zich door fijne gaten, die met zwart poeder zijn opgevuld en zich als zwarte stippen vertoonen."

Moge toch deze opheldering, benevens eenige andere der, overigens zeer belangrijke, Algemeene Ophelderingen achter Hoofdstuk XV van bovengenoemden Instructie-Inventaris, spoedig eene omwerking ondergaan!

schors en hout, de eerste om daarin eieren te leggen, de laatste om het voor hun ontwikkeling noodige voedsel op te sporen. Vele dezer schorskevers leggen hun gangen slechts in de schors aan, en raken daarbij hoogstens het splint, zooals bijv. de *groote* en *kleine ijpensplintkever*, de *berken-* en *esschensplintkever*, enz.; deze zijn dan slechts physiologisch schadelijk. Andere kevers van dit geslacht, bijv. de *beukenhoutschorskever*, de *dennenschorskever*, de *gestreepte houtschorskever*, de *loofhoutschorskever* e. a. boren diep in 't splint, maken dus ware „houtgangen", en moeten dus van een technisch standpunt als zeer schadelijk worden beschouwd.

Het boren, of wellicht juister het uitschrapen, van gangen in de schors en in 't hout wordt gewoonlijk door den vrouwelijken kever aangevangen. Zij maakt zich een spleet of scheurtje in de schors van stam of tak ten nutte, en graaft vandaar een eerste gang, in een richting nagenoeg loodrecht op de draadrichting van het hout. Is de gang diep genoeg, dan wordt dikwijls het achtereind tot een zoogenaamde *paringskamer* verwijd. Van hier uit graaft het insect vervolgens in verticale of horizontale richting, en nagenoeg loodrecht op de eerste gang (*boorgat*), één of meer *moedergangen*; zijn deze lang, dan worden ze door enkele *luchtgangen* in gemeenschap met de buitenlucht gebracht.

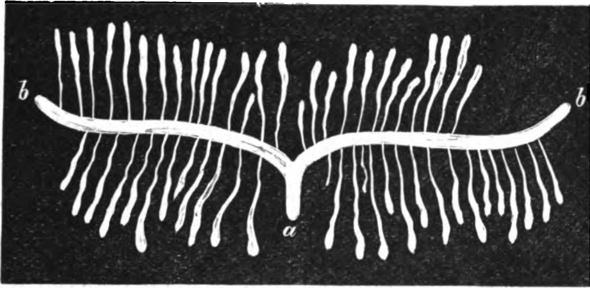
Fig. 43.



Eénarmige moedergang met larvengangen van den ijpensplintkever (Eccoptogaster scolytus F. Ratzb.).
a boorgat.
Op ½ der nat. grootte.

In de moedergangen worden door het insect de eieren gelegd, en wanneer daaruit, na verloop van korter of langer tijd, de larven te voorschijn komen, boren deze zich gangen in de draadrichting, de *larvengangen* genoemd; ze zijn in den beginne zeer klein van doorsnede, maar worden met den groei der larve al grooter en grooter, totdat deze aan het eind

Fig. 44.



Tweearmige moedergang met larvengangen van den kleinen dennenbastkever (Blastophagus minor Hrtg.) [1].
a aanvangspunt der gangen;
b, b eindpunten der twee moedergangen.
Nat. grootte.

van haar gang, de zoogenaamde *poppenwieg*, verpopt.

De kever, die uit de pop ontstaat, boort zich, zoo spoedig hij daartoe genoeg ontwikkeld is, langs den kortst mogelijken weg uit 't hout.

Fig. 45.



Stergang met vijf takken van den dennenschorskever (Bostrichus bidens F.).
a aanvangspunt;
bb voltooide moedergangen;
c onvoltooide moedergang;
d vertakking van een gang;
e larvengangen;
f onvoltooide larvengangsholten, waarin eieren worden geplaatst.
Op ½ der nat. grootte.

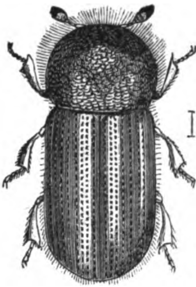
Naar het aantal moedergangen en hun plaatsing ten opzichte van den hoofdingang, onderscheidt men bij schors en splintgangen verschillende vormen, waarvan wij de afbeeldingen, ook ter opheldering van het zooeven meêgedeelde, den lezer niet kunnen onthouden. Men zie de figuren 43, 44 en 45.

Enkele dezer insecten graven geen moedergangen, maar plaatsen hun eieren aan het eind van den ingang; de larven, die daaruit voortkomen, tasten gezamenlijk de wanden van den ingang aan, en verwijden dezen tot een *larvenkamer*.

Eigenaardig zijn ook de gangen, die diep in het hout geboord worden door sommige echte houtbedervers van de familie der schorskevers. Onder deze

1) Deze kever komt in Nederland zelden voor. Zijn gangen werden door Dr. RITZEMA BOS, zoowel in de omstreken van Wageningen als van Borger (Drente), onder de schors van gevelde dennen waargenomen (*Landbouwdierk.*, door Dr. J. RITZEMA BOS Dl. II, blz. 147).

Fig. 46.



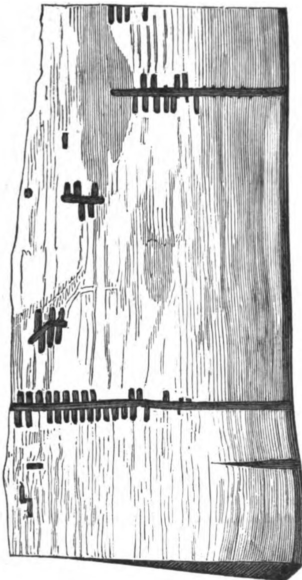
Gestreepte houtschorskever (Xyloterus lineatus Ol.). Het lijntje geeft de ware grootte van den kever aan.

noemen wij den *gestreepten houtschorskever* (Xyloterus lineatus Ol.).

Deze kever (fig. 46) is ongeveer 4 mM. lang en 2 mM. breed, heeft een ineengedrongen lichaam en een donkerbruine kleur, met overlangsche gele strepen op de dekschilden. De vrouwelijke kever boort cilindervormige gangen in allerlei boomen, zoowel in dennen en sparren als in berken, haagbeuken, enz. En niet alleen worden levende, hoewel dan ziekelijke exemplaren aangetast, maar voornamelijk gevelde stammen, mits deze niet al te zeer zijn uitgedroogd.

De gang, die soms meer dan 10 cM. lang is, loopt aanvankelijk in de richting van de schors naar het merg, maar buigt zich weldra in de richting der jaarringen. Op eenigen afstand van de gangopening boort het insect in de richting van den draad, op regelmatige afstanden van elkaâr (2—4 mM.), korte zijgangen (fig. 47), plaatst in elk dier gangen (20—50) één ei, en sluit vervolgens den zijtak met behulp van het houtschraapsel van de hoofdgang af. Wanneer de witte larve, met bruinen kop en sterke kaken, uit het ei te voorschijn komt, blijft zij opgerold, d. i. met den kop naar het achtereind van het lichaam gebogen, in de zijgang liggen, en vreet gedurende eenige weken het houtweefsel rondom zich weg.

Fig. 47.



Gangen in berkenhout van den gestreepten houtschorskever.

Met de ontwikkeling van de larve gaat dus de verwijding van de zijgang hand in hand; de afsluiting, door den kever aangebracht, blijft bestaan, en wordt door de excrementen der

larve nog meer verzekerd. Na een bestaan van 4—6 weken gaat de larve in den poptoestand over; komt eindelijk de jonge kever te voorschijn, dan verschaft hij zich zeer spoedig toegang tot de hoofdgang, en verlaat daardoor den stam, waarin zijn wieg zich bevond [1]).

De gangen, die door deze schorskevers gemaakt worden, noemt men *laddervormige* houtgangen; gewoonlijk zijn de wanden dier gangen door de ontwikkeling van zwarte zwammen gekleurd.

Van de overige technisch schadelijke schorskevers vermelden wij nog:

den *bonten esschenbastkever*, die zijn gangen in volmaakt gezonde esschen boort, wier standplaats eenigszins vochtig is;

den *loofhoutschorskever*, die vooral het hout van appelboomen, maar ook dat van pereboomen, eschdoorns, elzen, beuken, kastanje- en noteboomen aantast;

den *bultigen eikenhoutschorskever*, die in oude eikenstammen zijn gangen graaft, enz. enz.

Een andere familie der schildvleugeligen is die der *houtboorders*.

De soorten dezer familie zijn vooral gevreesd als vernielers van het bewerkte hout; zij leven in het bouwhout en in de meubels, en worden soms in zeer groot aantal in onze huizen, vooral in nieuwe gebouwen, aangetroffen. Zoo bijv. een soort van het geslacht *kamhorenkever*, die in onze woningen voorkomt, zoowel in meubels van zacht als van hard hout vervaardigd (beuken-, eiken-, noteboomen-, populierenhout, enz.).

Meer algemeen bekend is evenwel het geslacht *klopkever*, waaraan wij nu eenige oogenblikken zullen wijden. Hun naam ontleenen deze houtboorders aan het eigenaardig geklop, waardoor zij, vooral in den paartijd, elkaâr hun aanwezigheid kenbaar maken. Dit kloppen geschiedt bij tusschenpoozen en zoo regelmatig, dat men onwillekeurig aan het getik van een hor-

---

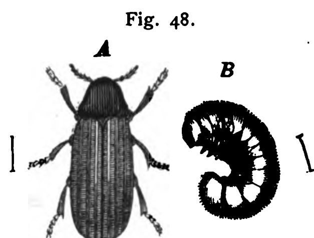
1) De Heer EVERTS deelde mij mede, dat hij nooit exemplaren van dezen kever zag, die hier te lande waren gevangen. RITZEMA BOS vond de gangen van den kever in inlandsch dennenhout (*Landbouwdierk.*, Dl. II, blz. 151).

loge denkt. Om het geluid voort te brengen, trekt het insect de sprieten en voorpooten in, heft zijn gansche lichaam met rukken op, en slaat bij het terugvallen met de sterke kaken op den benedenwand van zijn boorgang [1]).

Van de soorten van dit geslacht noemen wij slechts den *huisklopkever* (Anobium domesticum Four.), die in ons land het meest algemeen schijnt voor te komen (fig. 48 A).

De lengte van dit kevertje bedraagt 3 tot 4 m.M.; zijn kleur is meer of minder zwartbruin; de dekschilden zijn, volgens de lengterichting van 't lichaam, met evenwijdige rijen fijne puntjes en grauwe haartjes bezet. De geelwitte larve (fig. 48 B) heeft een zeer gerimpeld lichaam, lichtbruinen kop en zes korte pooten. Ondanks zijn naam bederft de huisklopkever niet alleen het meubel- en ander hout, dat in onze woningen en werkplaatsen aanwezig is, maar ook levende boomen, hoewel dan meestal ziekelijke, blijven van vernieling door dit kevertje niet verschoond.

Fig. 48.



A De huisklopkever (Anobium domesticum Four.) met
B de larve.

Vooral wordt dat werkhout door den kever aangetast, hetwelk niet spoedig na de velling of slecht is uitgedroogd; wil men het hout voor zijn vernielzucht beveiligen, dan moet het na de velling niet alleen spoedig van de schors ontdaan en gedroogd, maar daarna ook op een plaats bewaard worden, die niet vochtig of dompig is.

In Augustus of September boren de klopkevers zich uit het hout; de kleine ronde openingen, die men dikwijls in 't oppervlak onzer oude meubels of van oud gereedschap kan waarnemen, wijzen de plaatsen aan, waar zij het hout verlieten; daar, waar dit niet wegvallen kon, zijn de openingen door houtschraapsel bedekt, dat door den kever uit de gang werd medegevoerd.

De gangen in het hout zijn zeer onregelmatig; het gansche

---

1) Een houtluis (het *doodsklopppertje* - Atropos pulsatorius L.), die ook op en in 't hout leeft, en zich waarschijnlijk met schimmels voedt, klopt in onze huizen soms op dezelfde wijze.

stuk hout wordt inwendig geheel vernield; alleen de hardste gedeelten worden zeer weinig aangetast; en terwijl bijv. het voorjaars- en zomerhout der jaarringen tot poeder is geknaagd, vormen de herfsthoutlagen als 't ware de schotten of wanden van kamers, waarin dit poeder is opgehoopt.

Waarschijnlijk paren de klopkevers ook in 't hout, en planten zich in een zelfde stuk voort, zoolang tot het geheel vernield is, en gebrek aan voedingsstoffen hen noopt een ander verblijf op te sporen.

Met een enkel woord wenschen wij hier nog de aandacht te vestigen op een zeer schadelijken kever, behoorende tot de familie der *werfkevers*.

Op onze scheepswerven zal volgens SNELLEN VAN VOLLENHOVEN [1]) „hoogstwaarschijnlijk" de *Lymexylon navale* L. worden aangetroffen. Op de Fransche scheepswerven richt deze werfkever soms aanzienlijke verwoestingen aan. Het insect boort, evenals zijn larve, zeer snel lange, ronde gangen van tamelijk kleine doorsnede loodrecht op de draadrichting in het hout. Bij voorkeur zoekt het houtstapels op in geheel gesloten loodsen, en tast dan het hout aan, dat in het midden dier stapels gelegen is. Bij een gelijkmatige temperatuur en in een doodsche stilte

Fig. 49.



Eikenkernhout met boorgangen van den werfkever (Lymexylon navale L.).

1) Zie: *de Gelede Dieren*, door Dr. S. C. SNELLEN VAN VOLLENHOVEN, blz. 212. De Heer EVERTS meldde mij, dat deze werfkever in Nederland, voor zoover hem bekend, niet wordt aangetroffen. Desniettemin volgt een beschrijving van de werking van dezen kever, ten einde er de aandacht onzer scheepsbouwers op te vestigen; wellicht komt men daardoor den kever hier te lande op het spoor, hetgeen ook o. i. zeer waarschijnlijk is, daar hij zoowel op de Duitsche als op de Fransche werven wordt aangetroffen.

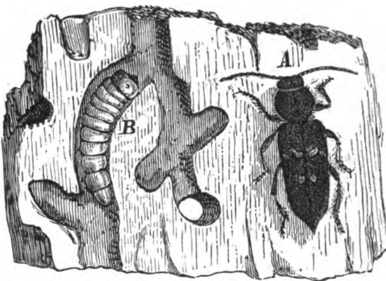
tiert dit houtbedervertje het best; het ontvlucht het zonlicht, en vermijdt zooveel mogelijk elke luchtstrooming. Ontdekt men in 't eikenhout gaatjes, zooals er in fig. 49 zijn afgebeeld, en verspreiden eenige van 't hout afgeschaafde spaanders een geur, die aan rum doet denken, dan is dit een duidelijk bewijs voor de aanwezigheid van het insect; het aangetaste hout moet men zoo spoedig mogelijk onder water dompelen, ten einde insecten en larven te dooden, en verdere vernieling van het inwendig gedeelte van het hout te voorkomen [1]).

Ook de familie der *boktorren* levert keversoorten op, wier larven technisch schadelijk zijn. Zij vernielen zoowel het op stam staand hout (de *groote* en *kleine populierboktor*) als het hout in onze woningen.

Zoo bijv. de *huisbok* (Hylotrupes bajulus L.), wiens larve daksparren, zolderbalken, kozijnen, houten gereedschap aantast en bederft.

Deze kever heeft een donkerbruine kleur, een plat en lang (1—2 cM.) lichaam, dat tamelijk behaard is, en voor een boktor zeer korte sprieten (fig. 50 A). De vrouwelijke kever plaatst haar eieren in scheuren en spleten van balken en planken (in dennenhout bij voorkeur). De larven, die uit de eieren voortkomen (fig. 50 B), boren, zonder daarbij eenige regelmaat in acht te nemen, breede gangen in 't

Fig. 50.



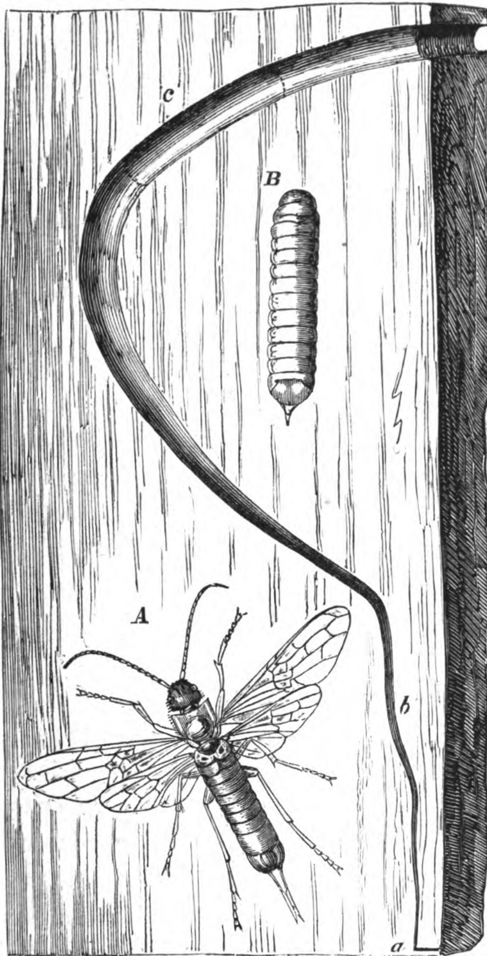
A Huisbok (Hylotrupes bajulus L.) met
B de larve in een houtgang.
Nat. grootte.

1) Snellen van Vollenhoven (*de Gelede Dieren*, blz. 212) maakt ook nog melding van een anderen werfkever, Hylecoetes dermestoides F., „voor ons vaderland een der schadelijkste dieren, daar hij in de palen onzer zeeweringen leeft en die geheel doorboort." In zijn Naamlijst der Schildvleugelige Insecten maakt Sn. v. V. ook gewag van het feit, dat Herklots een larve van dezen kever in palen, uit het IJ, had gevonden. De Heer Everts zeide mij evenwel, dat (niettegenstaande alle pogingen daartoe door bekwame personen, te Amsterdam, in 't werk gesteld) van dezen kever aldaar geen spoor te ontdekken is.

hout; die gangen zijn altijd met houtmeel aangevuld, en hebben een ellipsvormige doorsnede.

64. Onder de families van de orde der *vliesvleugeligen* bekleedt die der *houtwespen* een voorname plaats onder de houtbedervende insecten.

Fig. 51.



Een stuk hout met
a b c gang van de dennenhoutwesp en haar larve;
A de wesp (Sirex juvencus L.);
B de larve, op den rug gezien;
c de plaats waar de larve verpopt.
Nat. grootte.

Om ook van hun werking een klein denkbeeld te geven, zullen wij de ontwikkeling van de *dennenhoutwesp* (Sirex juvencus L.) kortelijk beschrijven.

In 't midden van den zomer legt het wijfje (fig. 51 A) met behulp van haar legboor de eieren in het splint van verschillende naaldboomen, en met voorliefde in dat van den groven den. De geelwitte larve (fig. 51 B), die uit het ei ontstaat, boort zeer lange, op dwarsche doorsnede cirkelvormige gangen; deze doorsnede is in den beginne zeer gering, maar neemt met de ontwikkeling van het insect en met de vermeerdering der ganglengte al meer en meer toe, zoodat de gang

aan het uiteinde dikwijls 5—5,5 mM. wijd wordt. De richting, die de larve in het hout volgt bij het boren van de gang, is ook altijd nagenoeg dezelfde; eerst volgt zij den draad van het hout, maar op een afstand van ongeveer 7—9 cM. van den ingang boort zij in de richting van het oudere hout, en nadert tegen den tijd, dat zij verpopt, weêr meer tot de peripherische gedeelten van den stam. Het verpoppen geschiedt op eenigen afstand van de schors; in de figuur is de ruimte, die de pop in de gang innam, door twee gestippelde lijntjes aangewezen (fig. 51 c). De staalblauwe wesp met roodachtige pooten, die ten slotte uit de pop te voorschijn komt, boort zich uit het hout, en voltooit daardoor de larvengang (fig. 51 a b c). Deze gangen der houtwesp zijn niet met houtmeel gevuld.

Andere wespen, zoo bijv. *Sirex gigas L.*, die meer in sparren dan in dennen wordt aangetroffen, gaan wij verder met stilzwijgen voorbij.

65. Ten slotte de orde der *schubvleugeligen* of vlinders. Tot deze behooren o. m. insecten, die vooral voor levend hout zeer verderfelijk kunnen zijn; niet alleen doorboren zij het hout, maar zij voeden zich, in den larvetoestand, als rups, met het loof en de jonge naalden der boomen. Daar vele dezer larven zich in 't voorjaar ontwikkelen, en dikwijls in grooten getale te voorschijn komen, worden de boomen in een zeer gevoelig tijdperk van hun leven erg gehavend, en sterven dientengevolge zeer dikwijls op stam.

Als een vlinder, die zeer schadelijk is, omdat de rupsen het hout doorboren, noemen wij den *wilgenhoutvlinder* (Cossus ligniperda Fab.). Het wijfje legt de eieren onder de schors van wilgen, populieren, ijpen, eiken, linden en ooftboomen. De larven brengen 't eerste jaar van hun bestaan door in gangen, die zij tusschen schors en splint graven; maar in 't tweede jaar boren zij dieper in 't hout, en ten slotte ook volgens de lengterichting van den stam. Men neemt aan, dat, wanneer het aantal der vlinders niet zeer groot is in verhouding van dat der boomen, waarin zij gaarne hun eieren plaatsen, bij voorkeur de minst gave, zieke en oude stammen als

broedplaats door hen worden uitgekozen; komen de vlinders in groot aantal voor, dan ontzien zij evenwel ook de beste en gezondste stammen niet. Wanneer wij nog zeggen, dat de rupsen dan in groot aantal in een zelfden boom huizen, en gaten in het hout boren van zelfs een centimeter diameter (plat ovaal op doorsnede), dan kan men zich een denkbeeld vormen van de snelheid, waarmede door deze houtbedervers een gansche stam voor technische doeleinden onbruikbaar gemaakt wordt.

66. In de lucht heeft het hout dus onder de dieren veel vijanden, die het op stam of na de velling vernielen kunnen; onder water, en meer bepaald onder zoet water, is het hout minder aan bederf „door den worm" blootgesteld.

In het zeewater huist evenwel een worm, dien wij niet met stilzwijgen durven voorbijgaan, omdat zijn werking veel geduchter is dan die van eenig insect, dat wij zoo even bespraken. Wij hebben 't oog op den *paalworm* (Teredo navalis L.), een weekdier, behoorende tot de orde der *schelpdieren* (familie: *boorschelpdieren*). Deze worm wordt de „verwoestende" bijgenaamd, een naam, die niet ten onrechte is gegeven, wanneer men de groote snelheid in aanmerking neemt, waarmede door dit dier in sommige jaren, vooral toen men nog geen voorbehoedmiddelen tegen zijn werking kende, onze sluizen en de palen der zeeweringen beneden de vloedlijn werden vernield. Door de Natuurk. Afd. onzer Kon. Academie v. Wetenschappen werd in het jaar 1859, naar aanleiding eener mededeeling van haar toenmaligen Secretaris, den Heer W. Vrolik, een commissie benoemd, „belast met het bijeenverzamelen en het onderzoeken van al de feiten, welke heden ten dage omtrent de natuurlijke geschiedenis van den paalworm op de kusten van ons vaderland te vernemen zijn." Het resultaat van haar onderzoekingen en proefnemingen gedurende een periode van 10 jaren heeft deze commissie in zeven lijvige verslagen neêrgelegd; daaraan is door Prof. P. Harting een verslag toegevoegd van een onderzoek over het mechanisme van den toestel, waarmede Teredo navalis zijn gangen maakt.

Veel licht is daardoor verspreid over de levenswijze en de middelen tot wering van den paalworm.. Wij moeten voor een meer uitvoerige beschrijving naar het werk der commissie verwijzen [1]), en merken hier omtrent den paalworm nog slechts het volgende op.

Het lichaam van het dier heeft de gedaante van onze gewone aardwormen , en is door een kokervormigen mantel omgeven. De schelp is kogelvormig; de beide schalen raken elkaâr slechts over een kleine lengte aan de buikzijde. Deze schalen zijn de werktuigen, waarmede het dier het hout raspt; ze zijn daartoe met fijne tandjes bezet, en kunnen met behulp van verschillende spieren met de noodige kracht bewogen worden. De gangen worden meestal in de richting der vezel geboord; hout, dat door den worm sterk is aangetast, blijkt evenwel in alle richtingen doorboord te zijn, en doet op een doorsnede aan een honigraat denken. In de gangen bekleedt het dier zich met kalk, en wordt zoo stevig door dien kalkkoker omsloten, dat het slechts met moeite daaruit kan worden verwijderd. Het neemt het geraspte hout niet als voedsel tot zich, daar het zich blijft voeden met de infusoriën, die met het zeewater in de gangen worden gevoerd.

67. Nu men zich van de werking van plant en dier eenigszins een denkbeeld maken kan, moet ten slotte nog het weêrstandsvermogen der houtsoorten tegen de ontaarding worden nagegaan en de omstandigheden, die daarop van invloed zijn.

Voor bijzonderheden met betrekking tot den natuurlijken duur, in zooverre die ons bekend zijn, verwijzen wij naar de bijzondere beschrijving der houtsoorten in het laatste Hoofdstuk, daar wij ons in de volgende bladzijden hoofdzakelijk tot algemeene opmerkingen dienaangaande zullen bepalen.

Het is wel bekend, dat hout, van verschillende boomsoor-

---

1) *Verslag over den paalworm*, uitgegeven door de Natuurk. Afd. der Kon. Academie v. Wetenschappen. I[ste] verslag 1860, VII[de] en laatste verslag 1869.

ten afkomstig, onder overigens gelijke omstandigheden een verschillende mate van duurzaamheid vertoont. Maar ook hout van verschillende exemplaren eener zelfde boomsoort blijkt, onder dezelfde voorwaarden toegepast, verschillend van duur te zijn.

De duurzaamheid eener houtsoort hangt namelijk in de eerste plaats zeer nauw samen met de gesteldheid van den bodem en van het klimaat, waarin ze voortgekomen is; beide oefenen, evenzeer als op *alle* technische eigenschappen van het hout, een niet geringen invloed uit op den weêrstand, dien het, na de velling van den boom, aan ontaarding zal kunnen bieden.

Eikenhout bijv., dat in een gematigd klimaat op een vruchtbaren bodem is gegroeid, blijkt duurzamer te zijn, dan dat, hetwelk uit het Noorden en van schrale gronden afkomstig is. Het laatstgenoemde is specifiek veel lichter, meer poreus en scheurt gemakkelijker, zoodat het ook meer blootgesteld is aan de werking der lucht met al haar verontreinigingen, bijv. zwamsporen, dan dit bij het zwaardere hout uit zuidelijke gewesten het geval is; hier verkrijgt de lucht niet zoo gemakkelijk toegang tot de inwendige deelen.

Naaldhout, dat uit Noordelijke of bergachtige deelen van Europa tot ons komt, is daarentegen duurzamer dan dat, hetwelk uit het vlakke, meer vruchtbare land der gematigde streken afkomstig is, en een veel geringer specifiek gewicht vertoont als het eerstgenoemde.

Het blijkt uit deze voorbeelden, dat de invloed van bodem en klimaat op de duurzaamheid dezer beide houtsoorten geheel verschillend is; maar tevens merkt men op, dat zòowel bij de loofhoutsoort, het eikenhout, als bij het naaldhout die invloed zich ook verschillend doet gelden, met betrekking tot het specifiek gewicht, en.... dat het specifiek zwaarste hout in beide gevallen het duurzaamst is.

Maar niet alleen voor genoemde, ook voor alle andere houtsoorten is deze regel geldig, zoodat men dus in het specifiek gewicht een eenvoudig middel bezit ter vergelijking

van de duurzaamheid van hout *van dezelfde soort*, maar van verschillende afkomst.

Vervolgens oefent ook de standplaats van den boom invloed uit op de duurzaamheid van het hout.

De ervaring leert, dat naaldhout van boomen, die in een behoorlijk gesloten stand zijn gegroeid, veel duurzamer is dan dat van boomen, die een vrije standplaats hadden; daarentegen leveren loofboomen, die zich vrij hebben kunnen ontwikkelen, duurzamer hout, dan wanneer dit niet het geval is geweest. Zooals wij weldra zien zullen, heeft ook de standplaats denzelfden invloed op het specifiek gewicht van naald- en loofhout, als op hun duurzaamheid. Een bewijs te meer voor de juistheid van het zooeven aangegeven middel ter vergelijking van de duurzaamheid van monsters *eener zelfde houtsoort.*

Dat het niet aangaat, om ook monsters *van verschillende houtsoorten* met elkaâr te vergelijken, en uit het specifiek gewicht tot grooter of geringer duurzaamheid van het eene boven het andere te besluiten, zal een ieder bij eenig nadenken gemakkelijk inzien. Wel bezitten zware houtsoorten, als bijv. acacia- en eikenhout, een groote duurzaamheid, in vergelijking met lichte houtsoorten, o. a. dat van populieren; maar een groot aantal andere soorten, grenenhout, lindenhout, enz., wier specifiek gewicht met dat van populierenhout nagenoeg overeenkomt, kan men daarom nog niet, evenals dit, onder de gemakkelijk vergankelijke houtsoorten rangschikken.

Ook de ouderdom, dien de boom bereikt heeft, als hij geveld wordt, bepaalt voor een groot deel de duurzaamheid van het hout bij het gebruik. Hout van middelbaren leeftijd verdient de voorkeur boven oud en jong hout.

De reden daarvan is, dat met den ouderdom de bestanddeelen van het hout gewijzigd worden, en dat in hout van middelbaren leeftijd een maximum aanwezig is van stoffen, welke de duurzaamheid bevorderen (bijv. kiezelzuur), terwijl andere, die een tegenovergestelden invloed uitoefenen, slechts in geringe mate voorkomen.

Jong hout wordt wegens de groote hoeveelheden voedingsstoffen, zooals eiwitstoffen en phosphaten, en een bepaalde mate van vochtigheid, zeer spoedig door zwammen en insecten aangetast en vernield. Oude boomen zijn dikwijls reeds op stam aangetast; hun hout kan niet meer gezond worden genoemd, en moet in den regel in duurzaamheid bij dat van jongere, gave exemplaren ten achter staan; naaldhout, esschen-, eiken- en ijpenkernhout, dat gewoonlijk van aanvallen van boktorren en Anobiumsoorten weinig te lijden heeft, wordt, wanneer het zeer oud is, vooral op niet te droge plaatsen, door deze insecten doorknaagd.

Of de boom des winters dan wel des zomers is geveld, doet o. i. weinig ter zake, en heeft op de duurzaamheid van het hout weinig of geen invloed. De heerschende meening is wel, dat het in den winter gevelde hout meer duurzaamheid heeft, maar nauwkeurige bewijzen voor de juistheid er van ontbreken. Onze overtuiging is, dat, wanneer slechts na de velling het hout op behoorlijke wijze behandeld wordt, des zomers bijv. niet te lang in de schors blijft, en niet te veel aan afwisselende droogte en vochtigheid wordt blootgesteld, men bij het gebruik weinig verschil zal bemerken, wat de duurzaamheid betreft, tusschen het in den zomer en het in den winter gevelde hout. Zelfs zou men, naar aanleiding van hetgeen wij omtrent de opzameling der voedingsstoffen in 't hout tegen den wintertijd hebben meêgedeeld, tot het besluit moeten komen, dat, zoo er verschil bestond, zeker de wintervelling zeer weinig te verkiezen zou zijn, daar in dat jaargetij het houtweefsel de grootste hoeveelheid voedingsstoffen bevat — voedingsstoffen niet alleen voor den boom, maar ook voor woekerplanten en insecten. Zeer waarschijnlijk heeft men aan de wintervelling slechts om oeconomische redenen — in onze streken ten minste — de voorkeur gegeven.

Een andere meening, die eveneens door ons niet gedeeld wordt, is deze, dat een boom, die ten gevolge van een of andere beschadiging (vorst, rups) op stam gestorven is, steeds hout

zal leveren, dat een geringe duurzaamheid bij het gebruik vertoonen zal. Wanneer maar weêr er voor gezorgd wordt, dat de gestorven boom tijdig geveld, en daarna niet aan alle wind en weêr blootgesteld wordt, zal ook van die geringe duurzaamheid waarschijnlijk niets blijken. Ware dit het geval, dan zou ook de duur van het kernhout zeer gering moeten zijn, daar dit toch feitelijk niets anders is dan een deel van den stam, dat langzamerhand zijn functiën door de uitdroging niet meer heeft kunnen waarnemen en ten slotte afgestorven is. En juist dit kernhout, — niet te oud en gezond — bezit een zeer groote duurzaamheid.

Wij vergeten daarbij natuurlijk niet, dat de voorwaarden, waaraan het hout voldoen moet, opdat parasieten en insecten daarin welig tieren, bij het kernhout ook zeer slecht zijn vervuld; de voedende stoffen ontbreken, of zijn, evenals het watergehalte, slechts in zeer geringe hoeveelheid aanwezig, de vezel- en vatwanden zijn sterk met houtstof doordrongen, en zullen dus aan doorboren en doorknagen een grooten weêrstand kunnen bieden.

Het splint daarentegen is sterk aan de aanvallen van houtvernielers uit het planten- en dierenrijk blootgesteld; dat de bestanddeelen daarvan de oorzaak zijn, daarover behoeven wij, na al 't geen dienaangaande reeds in vorige Hoofdstukken werd vermeld, niet meer uit te weiden. De aanvallen der insecten zijn voornamelijk gericht op het splint van loofboomen (naar men zegt, bij voorkeur van die, welke des zomers zijn geveld). Splint van elzen, beuken, linden en wilgen, dikwijls ook dat van ijpen, esschen en eiken hebben veel van insecten te lijden; minder dat van den ahorn, van acacia- en kastanjeboomen. Het splint van naaldboomen wordt, naar men wil, veel minder door insecten aangetast.

In hoeverre nog verschillende andere bestanddeelen als de hierboven reeds genoemde, van invloed zijn (harsen, looistoffen, enz.) op de vernieling door planten en dieren, hebben wij reeds in vorige bladzijden meêgedeeld; wij mogen dat dus hier als bekend vooronderstellen.

68. De duur van het hout is ook in hooge mate afhankelijk van het gebruik, dat men er van maakt.

1°. *Onder water* is de duurzaamheid van het hout zeer aanzienlijk.

De hoofdoorzaak daarvan is, dat de twee groote groepen van houtvernielers, de parasieten uit het plantenrijk en de insecten, hier, bij gebrek aan lucht, weinig of niet vertegenwoordigd zijn.

Vervolgens kan het water, ten minste op eenigen afstand onder zijn oppervlak, gunstig werken door de drukking; op den duur zullen ook onder gunstige omstandigheden vezel- en vatwanden anorganische stoffen, die oorspronkelijk in het water waren opgelost, bijv. kiezelzuur (blz. 86), kunnen opnemen en daardoor hun hardheid worden vermeerderd; wellicht zullen ten slotte ook alle ruimten in het hout door die stoffen kunnen worden gevuld, en dus de poreusheid van het hout geheel verdwijnen, zoodat bijaldien mogelijk, er nog slechts sprake kan zijn van schadelijke werkingen op het houtoppervlak. Maar lang voor dit geschiedt, zijn, ten minste in stroomend water, de nevenbestanddeelen van het hout opgelost en geëxtraheerd; zoodoende wordt dit van een groot aantal stoffen, die schadelijk konden werken, bevrijd, en het houtweefsel als 't ware gereinigd.

Op deze reiniging berust, bij het zoogenaamde „*wateren*," een bereidingsmethode, waarop bij de voorbereiding der grondstof ter bewerking nader zal worden teruggekomen, het duurzamer maken van het hout.

Als een voorbeeld van den grooten duur der houtsoorten onder water, halen wij beukenhout aan. In de lucht is dit zeer spoedig door den worm aangetast en vernield, onder water blijft het eeuwen bestaan; een bijzonderheid daarbij is, dat dit hout, na bijv. een eeuw onder water te hebben doorgebracht, somwijlen zoo weinig veranderd is, dat het uiterlijk niet verschilt van dat van 't versche beukenhout [1]).

---

1) NÖRDLINGER deelt omtrent de duurzaamheid van beukenhout (onder water) het volgende mede (*die technischen Eigenschaften*, blz. 471): „Beim Bau des früheren Eisen-

Eikenhout wordt daarentegen in 't water donkerzwart, en evenals elzenhout, in den beginne wel harder, maar toch op den duur minder taai.

Bij een zeer langdurig verblijf onder water schijnen eindelijk alle houtsoorten in een weeke turfachtige massa te worden omgezet. Waaraan dit toegeschreven moet worden is onbekend, waarschijnlijk zijn bij deze ontaarding een zeer groot aantal scheikundige processen in 't spel.

Het water, waarin het hout zoo grooten duur vertoont, moet natuurlijk geen rottend water zijn, geen water van poelen en moerassen, waarin zich allerlei kleine zwammen ontwikkelen (zie blz. 121), die het hout, wellicht even spoedig als dit in de lucht geschiedt, zouden doen vergaan. Vervolgens is ook sterk stroomend water weinig gewenscht, daar dit door de wrijving langs het oppervlak, dus langs mechanischen weg, het hout vernielt.

Als zeer duurzaam onder water moeten na 't eikenhout, vooral het harsrijke lorken- (best grenen) en grenenhout met smalle jaarringen en het elzenhout worden genoemd; van de andere naaldhoutsoorten verkiest men voor 't gebruik onder water dennen- boven vurenhout.

Volgens Pfeil [1]) neemt men gewoonlijk nog aan, dat, indien de duur van eikenhout onder water door het getal 10 wordt voorgesteld, die van

elzenhout	door	10	
ijpen „	„	9	
beuken „	„	7	(10 volgens Nördlinger.)
lorken „	„	8	
grenen „	„	8	
vuren „	„	7	

werkes Bärenthal an der obern Donau liess mein Vater ein gerade 100 Jahre altes Wöhr herausreissen. Ein dabei zum Vorschein gekommener Wöhrbalken von Buchenholz zeigte sich überaus frisch. Mein Vater steckte einige abfallende Späne in die Tasche, zeigte sie unterwegs beim begegnen dem Forstschutzdiener der Hut, die die Späne für „wachsfrisch" erklärte und sich alsbald anschickte den Stock des starken Baumes aufzusuchen, den ihm, wie er meinte, ein frecher Holzfrevler entwendet haben müsse."

1) Pfeil: *Forstbenützung.*

zal worden aangegeven; van esschen-, wilgen-, populieren- en ander hout wordt die duur door kleinere getallen uitgedrukt.

2°. *In de lucht* zal de duur der houtsoorten in 't algemeen geringer moeten zijn dan in het water; het „veel of weinig" hangt van verschillende omstandigheden af.

In het Noorden zullen de verschillende houtsoorten, die in ons klimaat gemakkelijk ontaarden, veel minder aan de werking van den worm en van parasieten en saprophyten zijn blootgesteld, omdat deze daar minder goed kunnen leven. De temperatuur der lucht heeft dus ten eerste een grooten invloed op den duur van het hout.

Vervolgens zal ook de duur veel geringer zijn, wanneer men het hout aan „wind en weêr" blootstelt, dan wanneer men het tegen afwisselende regens en zonneschijn beveiligt. Als in het laatste geval het watergehalte van het hout zeer gering was, en insecten niet tot het hout konden doordringen, dan zou ook, even goed als onder water, de duur zeer groot zijn, daar door het gemis van vocht van een ontwikkeling van saprophyten in het hout geen sprake zijn zou. Die duur zou daarom nog niet oneindig groot zijn, omdat toch het hout nog een verandering ondergaat, die zich openbaart in een zeer langzame vermindering der taaiheid; waaraan deze uiterst langzame ontleding moet worden geweten, is, zoover ons bekend, tot heden nog niet opgehelderd.

Wanneer het hout slechts in droge plaatsen wordt bewaard, is dus de duur zeer groot; wij zien dat aan meubels en allerlei voorwerpen van hout vervaardigd (kisten van mummies), die op droge plaatsen eeuwen lang den tand des tijds trotseerden.

De duurzaamheid in de lucht — buiten invloed van wind en weêr, maar steeds in nagenoeg droge lucht — wordt (volgens PFEIL en NÖRDLINGER) bij de volgende houtsoorten uitgedrukt door de achter hun resp. namen geplaatste getallen, wanneer men die voor eikenhout = 100 stelt.

lorkenhout		. . . . . .	95
ijpen	„	. . . . . .	80—100
grenen	„	(harsrijk) . . .	90
vuren	„	. . . . . .	50— 75
beuken	„	. . . . . .	15— 95
wilgen	„	. . . . . .	35— 40
elzen	„	. . . . . .	25— 38
populier.	„	. . . . . .	25— 35
berken	„	. . . . . .	20— 38.

In van de buitenlucht afgesloten ruimten, waarin weinig of geen luchtverversching plaats hebben kan, in bedompte plaatsen, in kelders onzer woningen, in stallen, in sommige fabriekslokalen, in bergwerken, enz., waar de lucht dikwijls een groote mate van vochtigheid en een betrekkelijk hooge temperatuur bezit, is het hout meestal sterk aan bederf blootgesteld. Minder zijn daarvan de insecten de aanleidende oorzaak, dan wel allerlei, zoowel hoogere als lagere zwamsoorten.

In onze woningen ontwikkelt zich bijv. op vloerbalken in kelders en benedenverdiepingen zeer dikwijls één der meest volmaakte zwammen, de *Huiszwam* [1]) (Merulius lacrymans Schum.), een saprophyt, die, evenals de Polyporussoorten, tot de ware zwammen behoort, en nagenoeg op dezelfde wijze als deze het hout vernielt (blz. 113). Men bemerkt ze gewoonlijk 't eerst aan witte vlekken, die zich zeer spoedig uitbreiden, en ten slotte een koffiekleurig vochtig weefsel op het houtoppervlak vormen; dit is het generatieve gedeelte van het zwamlichaam, waarin de sporen tot voortplanting worden gevormd. Het eenigste rationeele middel, om de ontwikkeling van deze zwam te verhinderen of haar vernielende werking te stuiten, bestaat in het bevorderen der luchtwisseling en het verhinderen van vochtaanvoer uit den grond.

Vrij in de open lucht, verkeert het hout in een zeer ongunstigen toestand.

---

1) Gewoonlijk *champignon* genoemd.

Door regenwater sterk bevochtigd zijnde, zal het spoedig daarna door de werking der zon snel en ongelijkmatig drogen, en dientengevolge scheuren. Het herhaaldelijk afwisselen van regen- en zonnewerking zal een vermeerdering dier scheuren tengevolge hebben, zoodat een uitstekende gelegenheid aangeboden wordt aan sporen van woekerplanten en aan insecten, om in verschillende deelen van het houtlichaam hun vernielende werking te beginnen; het bederf van een stuk hout door het geheele lichaam wordt daardoor dus uitermate bevorderd [1]).

Wanneer men de duurzaamheid van eikenhout in de vrije lucht ook nu weêr door 100 voorstelt, dan wordt zij

van ijpenhout	door	60—90	
„ lorken „	„	40—85	
„ grenen „	„	40—85	
„ vuren „	„	40	
„ wilgen „	„	30	
„ elzen „	„	20	
„ popul. „	„	20	
„ esschen „	„	15	
„ berken „	„	15	en
„ beuken „	„	10	

uitgedrukt.

3°. Ten slotte de duur van het hout *in den grond.* De aard daarvan moet op dien duur van invloed zijn, omdat alle gronden, afgezien van de groote verschillen, wat hun andere bestanddeelen aangaat, niet hetzelfde watergehalte bezitten, en niet alle even doordringbaar zijn voor lucht. In zwaren vochtigen kleigrond is het hout tegen de werking der lucht beveiligd, en niet aan groote afwisselingen van droogte en

---

1) In de lucht aan wind en weêr blootgesteld verliest het hout dikwijls aan het oppervlak allen samenhang; het wordt wollig, en schijnt met grauwe of witte zijdeachtige haren bedekt. Men noemt dit bij onze Duitsche naburen „*vergrauen*", — grijs of oud worden van 't hout. Dat deze ontaardingswijze slechts aan de werking van de zuurstof der lucht moet toegeschreven worden, zooals men meent, mag worden betwijfeld.

vochtigheid blootgesteld; het verkeert daar nagenoeg onder dezelfde gunstige omstandigheden als onder water. In zandgronden, die hoog en droog zijn gelegen, ontaardt het hout daarentegen zeer snel, omdat de lucht tusschen de grove zandkorrels beter kan doordringen en ook de vochtigheidstoestand van het zand, daarmede die van 't hout, nu eens zeer hoog, dan weêr zeer gering is; diezelfde groote afwisseling tusschen vochtigheid en droogte doet ook het hout in een kalkhoudenden bodem spoedig te gronde gaan.

Het snelst wordt het hout vernield, ter plaatse waar het den grond raakt, en in 't algemeen „tusschen water en wind", waar die zoo even genoemde afwisseling het grootst is; duidelijk merkbaar wordt dit bij stijlen voor schuttingen, die bij den grond gewoonlijk het eerst afrotten, bij dwarsliggers voor spoorwegen, enz.

G. L. Hartig [1]) onderzocht de duurzaamheid van 20—30 jarige, in den winter gevelde stammen, door ze in den grond te heien, en waar te nemen, hoeveel tijd er voor de ontaarding werd gevorderd. De uitkomsten waren als volgt:

Palen afgerot bij den grond.		Splintlagen meer of minder aangetast.	Niet veranderd.
Na vijf jaren.	Na acht jaren.	Na tien jaren.	Na tien jaren.
berkenhout beuken „ elzen „ eschdoorn „ (van den Noordschen eschdoorn.) lindenhout plataan „	eschdoornhout (van den gewonen eschdoorn of ahorn.) esschenhout ijpenhout	eikenhout dennen „ grenen „ vuren „	acaciahout lorken „

1) G. L. Hartig, *forstliches Conversationslexikon.*

Andere onderzoekingen van dezen aard, bijv. duurzaamheids-bepalingen door middel van houten dwarsliggers, gaan wij hier met stilzwijgen voorbij, omdat wij daarop nader de aandacht zullen vestigen bij de behandeling der middelen, waartoe men in de praktijk zijn toevlucht neemt, om hout voor bederf te behoeden en de duurzaamheid langs kunstmatigen weg te verhoogen.

VERKLARING DER FIGUREN OP DE PLAAT.

Fig. I. Een stuk vurenhout met violet gekleurde plekken; eerste periode der ontaarding door Polyporus annosus Fr. Nat. grootte.

„ Ia. Ontwikkeling van het mycelium van P. annosus in de mergstralen. Vergrooting 90 maal.

„ II. Een stuk vurenhout, bijna geheel bruin gekleurd; links in de fig. nog gezond splint. De zwarte vlekjes op het tangentiale vlak wijzen op de tweede periode der ontleding door P. annosus. Nat. grootte.

„ IIa. Sterke ontwikkeling van het mycelium van P. annosus, ook in enkele tracheïden van het vurenhout, in de tweede ontledingsperiode; links in de fig. is het mycelium in de tracheïden werkzaam geweest (het bewijs daarvoor leveren de talrijke gaten in de vezelwanden) en weêr verdwenen. Vergrooting 90 maal.

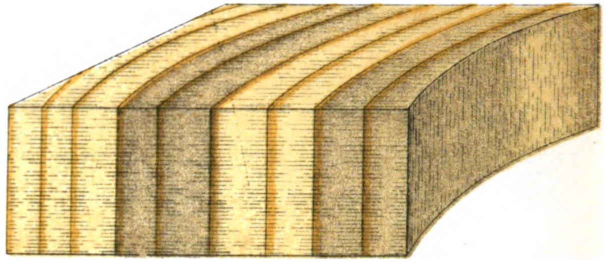
„ IIb. Twee vezels uit fig. IIa. In het benedengedeelte der links geplaatste tracheïde bevindt zich bruine vloeistof, die uit de mergstraalcellen is gevloeid; in de andere tracheïde heeft het mycelium zich welig ontwikkeld. Vergrooting 360 maal.

„ III. Een stuk vurenhout, waarin zich ten gevolge der werking van P. annosus eindelijk witte vlekken, rondom de zwarte, gevormd hebben. Nat. grootte.

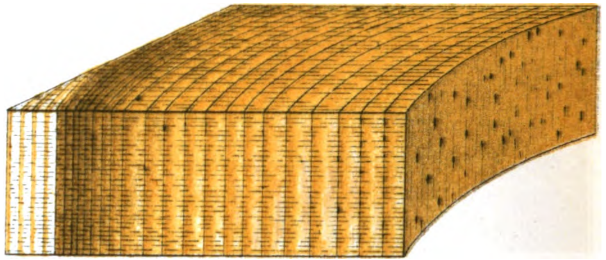
„ IIIa. In de figuur zijn de mergstraalcellen en enkele tracheïden in 't vurenhout reeds van elkaâr gescheiden door het verwijderen der houtstof in de buitenste wandlagen; rechts in de fig. bevindt zich mycelium in de tracheïden. Vergr. 90 maal.

„ IV. Een stuk vurenhout, waarin de zwarte vlekken verdwenen en, door de voortgezette werking van P. annosus, de witte vlekken voornamelijk in 't voorjaarshout samengevloeid zijn. Nat. grootte.

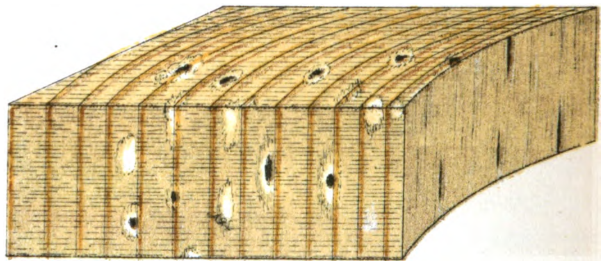
I.



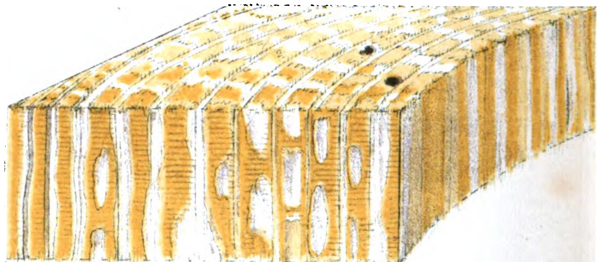
II.



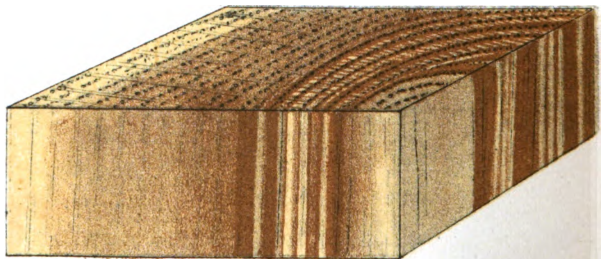
III.



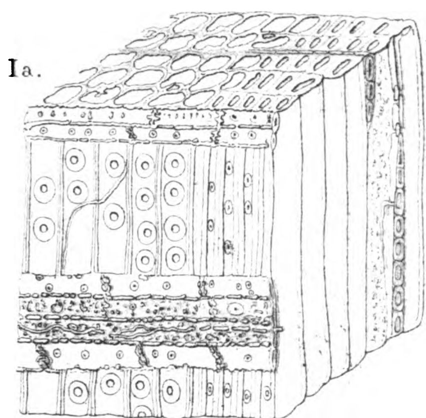
IV.

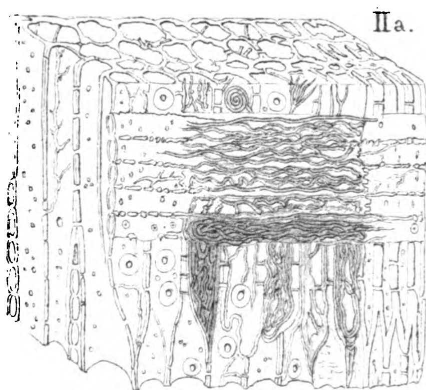


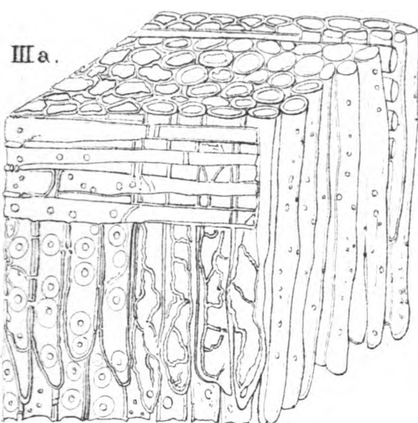
V.

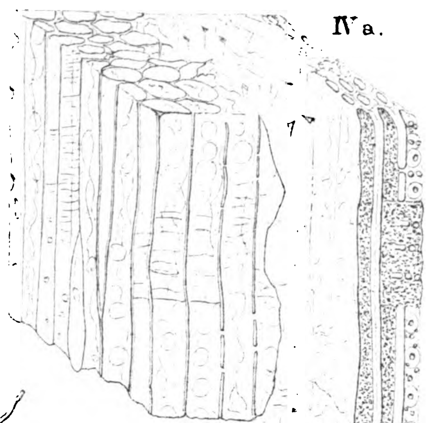


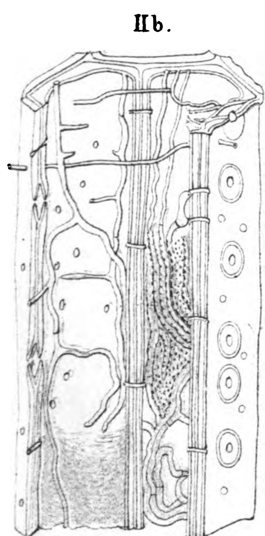
R. Hartig del.

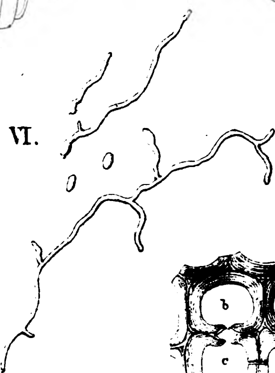


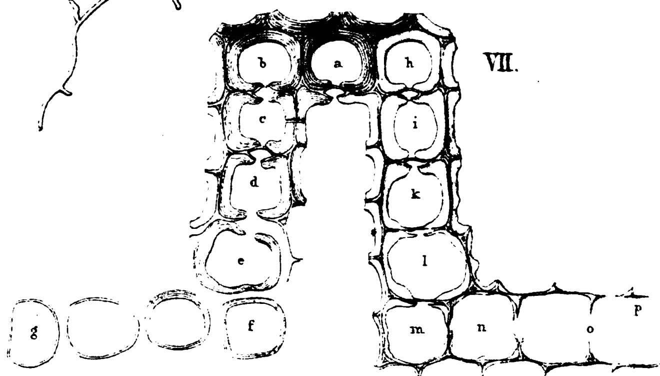












A. J. Wendel lith.

Fig. IV^{a}. Door deze sterke ontleding zijn de wanden der vezels in het bruingekleurde deel van 't hout, en meer bepaald in 't voorjaarshout, bijna geheel opgelost en slechts de buitenste wandlagen overgebleven; de mergstralen zijn geheel vernietigd. De terpentijn is naar het herfsthout teruggedrongen. Vergr. 90 maal.

„ V. Een stuk eikenhout, aangetast door Polyporus igniarius Fr. De voorjaarslagen der jaarringen in 't kernhout vertoonen een geelwitte kleur; begin van de vorming van een maanring. Links en rechts van het door de zwam aangetaste gedeelte is het hout nog gezond. Nat. grootte.

„ VI. Sporen van Pol. annosus Fr. (middellijn 0,004 à 0,005 mM.) Eenige, 24 uren na het begin der ontwikkeling. Vergr. 360 maal.

„ VII. Schematische voorstelling van de vernieling der tracheïden uit vurenhout door P. annosus Fr.;

a, h, i, k, l, m, n, o, p, ontleding der tracheïden in de deelen. die zich op eenigen afstand van de witte vlekken bevinden;

a, b, c, d, e, f, g, ontleding in de vlekken.

Door de gele kleur wordt in de figuur de aanwezigheid van houtstof aangegeven. Vergr. 650 maal.

In de Mechanische Technologie noemt men elke stof, die door het bezit van een kleiner of grooter aantal eigenschappen een mechanische bewerking, een vervorming langs mechanischen weg toelaat, een *grondstof*.

Behalve de eigenschappen, die voornamelijk voor haar bewerking van gewicht zijn *(arbeidseigenschappen)*, heeft elke grondstof in den regel nog een reeks van andere eigenschappen, die in het produkt der vervorming overgaan, die meestal de toepassing der grondstof bepalen, en zeer dikwijls op de waarde van het produkt een grooten invloed uitoefenen *(bedrijfseigenschappen)*. Zoo vertoont de *grondstof: hout* in de kleur, den glans, den reuk, het specifiek gewicht, enz. verschillende eigenschappen, die niet voor de vervorming, maar wel degelijk voor het gebruik in aanmerking kunnen komen; en omgekeerd zijn bijv. de kloofbaarheid, de buigbaarheid, enz. eigenschappen, die voornamelijk voor den bewerker, voor den producent, van belang zijn, maar wier aan- of afwezigheid in het produkt den consument veelal geheel onverschillig is.

Zoowel de voornaamste der arbeids- als der bedrijfseigenschappen van 't hout zullen, onder den gemeenschappelijken naam van *technische eigenschappen*, in het volgende Hoofdstuk worden behandeld.

Betrekkelijk weinig in getal zijn de wetenschappelijke onderzoekingen, waarmede het verkrijgen van een juiste kennis dier technische eigenschappen werd beoogd. Hetgeen ons dientengevolge van vele dier eigenschappen is bekend, in 't bijzonder van die, welke het hout onder de werking van een of andere kracht vertoont, is van luttel beteekenis.

Van een numerische bepaling kon bij sommige dezer eigenschappen (hardheid, broosheid, enz.) in 't geheel geen sprake zijn, omdat een juiste definitie van die eigenschappen ontbreekt; van andere (vastheid, elasticiteit) staan ons slechts weinig van deze bepalingen ten dienste, die tegelijkertijd vertrouwbaar en nauwkeurig zijn, want nog slechts weinig onderzoekers konden beschikken over de volmaakte hulpmiddelen van onze dagen, die voor het onderzoek dezer eigenschappen volstrekt noodzakelijk zijn.

VIJFDE HOOFDSTUK.

Technische eigenschappen.

---

69. Uit hetgeen in vorige hoofdstukken werd meêgedeeld, kan men onmiddellijk de gevolgtrekking afleiden, dat de houtsoorten, wat hun technische eigenschappen betreft, in hooge mate van elkaâr moeten verschillen. De beschouwing van hun anatomischen bouw, niet minder die van hun chemische samenstelling, brengt toch te veel verscheidenheden aan 't licht, dan dat wij daaruit niet tot een groot verschil in eigenschappen moeten besluiten.

En dat deze gevolgtrekking alleszins juist is, zou bij eene mechanische bewerking van verschillende houtsoorten ten duidelijkste blijken.

Maar ook bij hout van eenzelfde boomsoort afkomstig, kan men geen gelijke eigenschappen verwachten. Wij wezen reeds op 't feit, dat de aard van den grond en van het klimaat, de stand en de ouderdom der boomen van grooten invloed zijn op de structuur en de samenstelling eener houtsoort, op het weêrstandsvermogen, dat zij bieden kan aan bederf, enz. Al deze genoemde en nog andere omstandigheden wijzigen alle technische eigenschappen eener houtsoort in meerdere of mindere mate, en maken het ondoenlijk om den graad, waarin een of andere eigenschap in een houtsoort voorkomt, nauwkeurig en met juistheid aan te geven. Men moet zich dus daar, waar het de waarde eener eigenschap van

een of andere houtsoort betreft, met de *gemiddelde* waarde tevreden stellen, die uit verschillende waarnemingen en onderzoekingen is verkregen.

Voornamelijk zullen dan ook deze waarden worden vermeld bij de beschrijving der technische eigenschappen, waartoe wij nu overgaan, en waar achtereenvolgens ter sprake gebracht worden:

de kleur en glans,
„ reuk of geur,
„ fijnheid,
het soortelijk of specifiek gewicht,
de veerkracht of elasticiteit,
„ vastheid of cohaesie,
„ buigbaarheid en taaiheid (broosheid),
„ hardheid,
„ kloofbaarheid, en ten slotte
het imbibitievermogen, met zijn gevolgen.

---

70. De **kleur** en **glans** [1]). Wanneer men houtsoorten nauwkeurig beschouwt, bemerkt men weldra, dat het ondoenlijk is hun kleur nauwkeurig te bepalen, daar die meestal voor de verschillende deelen van het houtweefsel niet dezelfde is. In de eerste plaats is het splint en rijphout lichter van kleur dan het kernhout, en gewoonlijk is ook het voorjaarshout in elken jaarring minder intensief gekleurd dan het herfsthout; vervolgens zijn de mergstralen op overlangsche doorsneden donkerder, en op dwarsche doorsneden, even als het parenchym, lichter [2]) van kleur dan het hen omgevende weefsel, enz. In de praktijk der houtbewerking wordt op deze meer of minder groote kleurverschillen van de deelen van

1) Men zie ook, hetgeen op blz. 105 met betrekking tot de houtkleurstoffen werd meêgedeeld.

2) Onder den microscoop zijn de mergstralen gewoonlijk donkerder van kleur dan de andere deelen van het houtweefsel.

het houtweefsel minder acht geslagen, en vergenoegt men zich met *die* kleur aan een houtsoort toe te kennen, welke bij een minder nauwkeurige beschouwing den totalen indruk van al haar kleuren op het gezichtsorgaan het beste weêrgeeft.

Een zeer groote verscheidenheid heerscht er in de kleur der houtsoorten. Gewoonlijk bezitten de soorten, welke uit Noord- en Midden-Europa afkomstig zijn, een witte, niet zeer fraaie kleur, die naar het gele, bruine of roode zweemt. Zoo is bijv.

het hout	van den paardenkastanje (Aesculus Hippocastanum L.) . „ „ berk (Betula alba L.) „ „ haagbeuk (Carpinus Betulus L.) . . . . en der eschdoornsoorten	wit;
„ splint „ rijphout	van de linde (Tilia parvifolia Ehrh.). . .	wit; roodachtig;
„ splint „ kernhout	„ den esch (Fraxinus excelsior L.). . .	wit; bruinachtig;
„ splint „ kernhout	„ den lork (Larix europaea D. C.) . .	geelachtig wit; bruinrood;
„ splint „ kernhout	„ den groven den (Pinus sylvestris L.)	geelachtig wit; spoedig na de velling bruinachtig;
„ splint „ kernhout	„ den beuk (Fagus sylvatica L.). . . .	roodachtig wit; bruin;
„ splint „ kernhout	„ den walnoot (Juglans regia L.) . . .	grauwwit; groenachtig bruin met schakeering.
„ splint „ kernhout	„ den acacia (Robinia Pseudacacia L.) en van den jeneverstruik (Juniperus communis L)	geelachtig; bruingeel;
„ splint „ rijphout „ kernhout	„ den wilg (Salix Caprea L.). . .	geelachtig; roodachtig; licht bruin;
„ populierenhout (bijv. v. Populus tremula L.)		iets lichter van kleur dan het wilgenhout;
„ vurenhout (Abies excelsa Lam)		geel tot roodachtig wit;
„ dennenhout (Abies pectinata D. C.).		minder wit dan vurenhout;

de eikenhoutsoorten . . . . helderbruin met verschillende nuancen;
het elzenhout (Alnus glutinosa Gärtn.). grauw roodachtig;
„ perenhout (Pyrus communis L.) . . bruinachtig rood.

Men ziet uit deze tabel, dat het splint geen fraaie kleuren aanbiedt.

Hetzelfde neemt men waar bij de houtsoorten uit warme gewesten; voornamelijk hun kernhout kenmerkt zich door levendige of krachtige kleuren, die men bij onze houtsoorten te vergeefs zoekt. Als voorbeelden daarvan halen wij slechts aan:

het kernhout van Copaifera bracteata Benth. (amaranthout) licht tot donkerrood;
„ „ „ Haematoxylon campechianum L. (Campêche-hout) bloedrood;
„ „ „ Guajacum officinale L. (pokhout) groenachtig zwart;
„ „ „ Diospyros Ebenum Retz. (ebbenhout) zwart, enz.

Het splint dezer houtsoorten is wit of geelachtig wit.

Hoewel door de kleur *enkele* houtsoorten zeer goed gekenmerkt worden, kan men haar toch, in 't algemeen, niet ter onderscheiding der houtsoorten bezigen, omdat ze voor eenzelfde houtsoort niet zeer constant is. Het hout van een ouden boom is donkerder van kleur dan dat van een exemplaar van dezelfde soort, dat op jeugdigen leeftijd werd geveld; hout, dat onder gunstige omstandigheden groeide, vertoont frisscher kleuren dan dat, hetwelk onder minder gunstige voorwaarden werd gevormd; het hout van een boom, die in een mageren bodem en in een open stand is gekweekt, is lichter van kleur dan dat, hetwelk op een vetten bodem groeide, enz.

Bovendien verschilt de kleur van het hout direct na de velling meestal en somtijds zeer veel van die, welke het in den drogen toestand vertoont. In den regel wordt de kleur in de lucht en bij 't drogen donkerder, en wel destemeer, naarmate het hout in den groenen toestand witter van kleur is; bij kern- en rijphout geschiedt dit verkleuren, wan-

neer het in een niet te vochtige ruimte geplaatst wordt, sneller dan bij het splint. Vooral vurenhout (met splint- en rijphout) behoudt zeer lang zijn oorspronkelijke geelachtig witte kleur; reden waarom het hier en daar voor 't vervaardigen van vloeren wordt gezocht. Elzenhout daarentegen verkleurt in de lucht uiterst spoedig; op een versch snijvlak vertoont het een vleeschroode kleur, die nog binnen 't verloop van een uur geelrood wordt; deze kleur bleekt evenwel bij 't uitdrogen weêr op.

In de kleur is ons bij enkele houtsoorten ook het middel verschaft om de qualiteit van 't hout te beoordeelen. Zoo is het bijv. bij 't eikenhout, 't welk als constructiehout zal dienen, zeer gewenscht, dat het op het kopeind een gelijkmatige kleur vertoone, zoowel in het splint als in het kernhout, en vlekken of vlammen niet worden waargenomen [1]); deze toch zijn veelal het teeken, dat het hout niet meer gezond of minstens zeer zwak is. Eikenhout moet vervolgens, zooals de ondervinding heeft geleerd, in den groenen toestand geen sterk bruine kleur bezitten; door DUHAMEL en NÖRDLINGER wordt een stroogele kleur boven alle andere verkozen, en het bruine eikenhout (dat bij 't drogen lichter van kleur wordt), zoowel als het blauwachtig roode, beide met smalle jaarringen, minder aanbevolen. In den drogen toestand is bij de verschillende qualiteiten van eikenhout nagenoeg geen verschil in kleur waar te nemen, zoodat het keuren volgens de kleur spoedig na de velling moet geschieden; of het mocht zijn, dat de eiken stam niet van de schors was ontdaan, en weinig of niets was uitgedroogd, zoodat men zelfs maanden na de velling door het afzagen van een niet te dunne schijf aan het top- of worteleinde de oorspronkelijke kleur waarnemen kon. Bij mahoniehout verkiest men een lichtbruine kleur boven een meer donkerroode; deze laatste kleur toch

---

1) Op een zandbodem gegroeid, vertoont het eikenhout dikwijls roode en witte strepen op 't kopvlak van den stam; verdwijnen deze niet bij 't drogen, dan wordt het hout van geringe hoedanigheid geacht.

wordt mettertijd zwartbruin, terwijl de andere in het prachtig kastanjebruin overgaat, dat bij deze houtsoort door de liefhebbers zoo zeer op prijs wordt gesteld [1]). Van lorkenhout (best grenen) verlangt men, dat het een donkerbruine kleur vertoone; hoe donkerder het van kleur is, des te duurzamer acht men het ook, enz.

Van verschillende houtsoorten en voornamelijk van die, welke de zeer dunne platen (fineerplaten) tot 't versieren of verfraaien van meubelen en andere fijne voorwerpen zullen leveren, is 't zeer gewenscht, dat zij geen regelmatige of gelijkmatige kleur, maar fraaie figuren, *vlammen* en *bloemen* vertoonen. Deze ontstaan door een verschil in intensiteit der kleur van naast elkaâr gelegen houtlaagjes, die ook meestal meer of minder sterk gebogen of gekronkeld zijn. Bij 't notenhout ontstaat reeds een voor 't oog zeer aangename teekening, eenvoudig door de afwisseling in kleur van herfst- en voorjaarshout; bij andere soorten worden aderen of vlammen gevormd door de aanwezigheid van parenchymbanden, die soms sierlijk gebogen zijn, — zoo bijv. bij 't palissander, dat behalve de prachtig bruine, naar 't violette hellende kleur, ook zwarte aderen vertoont, voornamelijk op de radiale en tangentiale vlakken.

In verreweg de meeste gevallen zijn de zoogenaamde „bloemen" in 't hout te danken aan een abnormalen groei. Het hout van knoestige uitwassen aan stammen, die òf door de natuur òf kunstmatig werden te voorschijn geroepen, dat van het worteleind der

1) Het *echte* mahoniehout, afkomstig van Swietenia Mahagony L. en van S. multijuga Schiede, dat uit Cuba, Jamaïca, Mexico, Honduras, enz. in den handel komt, en als Santa Anna-, Cuba-, Domingo-, Tabascomahoniehout bekend is, bezit die bruine kleur, terwijl de kleur van het Madeira-mahoniehout, van Khaya senegalensis Guill. et Perott. uit West-Afrika, meer naar 't roode zweemt. Zeer veel overeenkomst met 't echte mahonie, wat de kleur betreft, heeft het Arenas-mahoniehout, dat uit Chili (Punto Arenas) naar Europa wordt aangevoerd. Men ziet evenwel reeds met de loupe 't onderscheid tusschen beide soorten, doordien de vaten van 't Arenas-mahonie door parenchym zijn omgeven, dat lichter gekleurd is dan 't overige weefsel. Onder den microscoop blijken de mergstralen van dit hout ook slechts uit 2 rijen cellen, volgens de breedte, te zijn opgebouwd, terwijl men er bij 't echte mahoniehout 1—3 telt.

stammen of van de wortels zelf (blz. 69), voornamelijk van boomen, die in geen gesloten stand zijn gegroeid, is meestal sterk kromdradig; de vezels zijn gekronkeld, of gegolfd, soms zeer zonderling dooreengevlochten, en daarbij ongelijkmatig van kleur.

Bepaaldelijk bij uitwassen of gezwellen wordt deze onregelmatige ligging der vezels, en de daarmede gepaard gaande veelal fraaie kleurschakeering, door eene vorming van knoppen veroorzaakt. Een enkel woord ter opheldering daarvan moge hier niet misplaatst zijn.

In Hoofdstuk II (blz. 65) werd meêgedeeld, dat de zijtakken aan den stengel zich uit knoppen ontwikkelen, die in de nabijheid der opperhuid boven de aanhechtingsplaats der bladen ontstaan. Meestal wordt slechts één knop in een bladoksel gevormd; enkele malen ontmoet men er verscheidene (zelfs 10 tot 11) bijeen, waaronder één, de hoofdknop, die meer ontwikkeld is dan de andere [1]). Zoo bijv. bij eschdoornsoorten, bij den acacia, haagbeuk, enz. In den regel vergroeien dan de houtringen van den uit den hoofdknop ontwikkelden tak met de houtlagen der omliggende takjes; er vormt zich een kegelvormige opzwelling, terwijl de takjes achtereenvolgens afsterven. De vergroeiing der kleine houtringen wordt op een lengtedoorsnede van stammen der genoemde boomsoorten zeer duidelijk waargenomen, vooral bij een gladde afwerking, daar de kleur dezer ringen gemeenlijk donkerder is dan die van 't hen omgevende houtweefsel; de zoogenaamde *mouches* in enkele houtsoorten hebben aan zulk een knopvorming hun ontstaan te danken [2]). (Men herinnere zich hierbij 't geen met betrekking tot de vorming van kwasten is gezegd).

Maar behalve in de bladoksels kan een knopvorming ten

1) Men zie: *Vormleer en Rangschikking der Planten* door Prof. C. A. J. A. OUDEMANS, blz. 23. Zaltbommel, bij JOH. NOMAN EN ZOON. 1883.

2) Bij eschdoornhout uit den handel treft men deze mouches soms zeer fraai aan; zij worden wegens hun uiterlijk in Duitschland met den naam van „Vogelaugen", in Engeland met dien van „bird's-eyes" bestempeld.

allen tijde, zelfs op de oudste stamdeelen, plaats hebben; dit geschiedt voornamelijk bij verwonding of beschadiging van een stam. Er vormt zich dan op het verwonde gedeelte een gezwel, waarin somwijlen talrijke knoppen zijn opeengehoopt; daaruit kunnen ook, zooals dit bijv. bij knot-wilgen en -populieren 't geval is, takken ontspruiten. Het houtweefsel in deze uitwassen, die zich in het door ons aangehaalde geval aan de kopeinden der stammen bevinden, is in hooge mate kromdradig; de vezels zijn op 't zonderlingst ineengekronkeld, en talrijke mouches en bloemen komen bij de bewerking uiterst fraai te voorschijn. Aan zulk een kopvorming is men het gebloemde mahonie- (St. Domingo-bloem, Monto-Christo-bloem), esschen- (Hongaarsch esschen), populierenhout, enz. verschuldigd.

Behalve deze bloemstukken is ook, zoo wij goed zijn ingelicht, het „wortelhout" uit den handel in enkele gevallen niets anders dan een knoestige uitwas van den stam van een of andere boomsoort, en geenszins van de wortels afkomstig, zooals men, op den naam afgaande, zou meenen (zie blz. 69). Zoo bijv. het Amboina-wortelhout, waaronder men de knoestige zeer onregelmatige stukken verstaat van enkele Pterocarpussoorten (P. indicus Willd. e. a.), die uit O. Indië worden aangevoerd [1]).

Echt wortelhout daarentegen, dat zich door de bloemen en mouches bijzonder fraai voordoet, is o. a. het Bruyère [2]), ook hier te lande welbekend, doordat het veelal de grondstof is, waaruit de vleeschkleurige houten tabakspijpen worden vervaardigd [3]).

---

1) Het donkerbruine hout, dat tamelijk licht, en somwijlen zeer zacht is, dient voornamelijk voor de vervaardiging van pijpen en fineerplaatjes.

2) „Bruyère" is 't wortelhout van de Boomheide (Erica arborea L.), een heester, die in Zuid-Europa en Noord-Afrika inheemsch is. Dit hout is tamelijk zwaar (S. G. = 1), hard en tengevolge van de structuur en het hooge kiezelzuurgehalte (1,8 % in de asch) zeer moeielijk brandbaar.

3) De verschillende verfhoutsoorten blijven buiten bespreking, omdat zij minder grondstoffen voor mechanisch-technische dan wel voor chemisch-technische bedrijven zijn.

Het wijzigen der natuurlijke houtkleur door bijten, verven, enz. zal eerst in een vervolg van dit werk worden behandeld.

Glans neemt men bij vele houtsoorten op het spiegelvlak waar; hij wordt, zooals duidelijk op het spiegelvlak van eikenhout te zien is, door de mergstralen veroorzaakt, die zich daar in hun volle lengte en hoogte voordoen (blz. 51). Vooral die houtsoorten, welke zich kenmerken door hooge en dicht bijeen geplaatste mergstralen, vertoonen dan ook op het radiale vlak, een zeer sterken glans. Zoo bijv. het spiegelhout van den Amerikaanschen plataan (Platanus occidentalis L.), van den gewonen eschdoorn (Acer Pseudoplatanus L.), den kleinen eschdoorn (Acer campestre L.), de linde (Tilia parvifolia Ehrh.) en van de meeste naaldhoutsoorten bij gladde bewerking; vooral dat van den zilverspar (Abies pectinata D.C.).

Door boenen met was, nog beter door politoeren, komt deze glans vooral zeer sterk te voorschijn, zelfs bij houtsoorten, die na gladde bewerking nog geen spoor van glans vertoonen (zijde-glans [1]) van mahoniehout).

Wij zullen, waar ons zulks nuttig schijnt, bij de bijzondere beschrijving der houtsoorten, behalve hun kleur, ook het al dan niet aanwezig zijn van glans vermelden.

71. De **reuk** of **geur.** De meeste houtsoorten kenmerken zich, vooral wanneer het hout in den groenen toestand verkeert, door een eigenaardigen reuk, die bij het drogen verdwijnt, en dan door den reuk vervangen wordt, dien men als „houtreuk" zou kunnen qualificeeren. Hoewel de uiterst geringe hoeveelheid van riekende bestanddeelen in de gewone houtsoorten geen beletsel is om ze door middel van ons reukorgaan te kunnen onderscheiden, zoo wordt daardoor toch het onderzoek naar den aard en de samenstelling dezer stoffen, langs scheikundigen weg, geheel en al onmogelijk gemaakt. Slechts bij die houtsoorten, welke hun reuk langen tijd behouden, en die dan ook in den regel groote hoeveelheden van reuk of geur

1) Men spreekt ook van een *zilver-* of *messing*-glans (hout van Ailanthus glandulosa Desf.), van een *vet*glans (kopvlak van zwart cederhout), enz.

verspreidende bestanddeelen bevatten, is een scheikundig onderzoek niet vruchteloos gebleven.

Op den langen duur verdwijnt evenwel ook de reuk van elk hout, doordat de aromatische stoffen uit het houtweefsel bij de gewone luchttemperatuur verdampen en verdwijnen, of door een scheikundige verandering onder den invloed der lucht hun geur verliezen.

De *naaldhout*-soorten danken hun harsachtigen reuk aan de aanwezigheid van aetherische oliën (blz. 103); die reuk gaat niet snel verloren, 't welk gedeeltelijk de oorzaak is van 't feit, dat schrijnwerkers en meubelmakers zich ongaarne van naaldhout bedienen als grondstof voor hun fabrikaten [1]).

Bij het *loofhout* zijn waarschijnlijk de looistoffen (blz. 199) oorzaak van den houtreuk. Zeer zeker is dit bij het eikenhout het geval; hoe beter dit is, des te sterker riekt het naar deze bestanddeelen; ontbreekt de reuk geheel en al, zoo zou dit bewijzen, naar men zegt, dat de boom, waarvan het hout afkomstig is, reeds vóór 't vellen was afgestorven.

Gewoonlijk kan de reuk van 't hout niet als een bedrijfseigenschap (zie blz. 148) worden aangemerkt; zelfs is hij, zooals wij reeds opmerkten, hier en daar minder gewenscht. In enkele gevallen evenwel is wel degelijk de reuk van de houtsoort de aanleiding tot haar technisch gebruik. De eenige reden bijv., waarom uit de dunne niet ontschorste stammetjes van den Prunus Mahaleb L. [2]) pijperoeren worden vervaardigd,

---

1) Voornamelijk is het geringe gebruik van harsrijke naaldhoutsoorten aan de harsafscheidingen toe te schrijven.

NÖRDLINGER (*die technischen Eigenschaften*, blz. 52) zegt: „Der bekannte Geolog, Dr. Grateloup zu Bordeaux, erzählte mir, er habe sich für seine Conchylien einen besonders schönen Schrank aus Cedernholz fertigen lassen. Nach dreissig Jahren aber sei die Terpentinausdünstung aus letzterem immer noch stark genug gewesen, um die in dem Schrank aufbewahrten Schnecken mit einer bernsteinähnlichen Harzkruste zu überziehen."

2) Het splint en de schors dezer pruimeboomsoort rieken zeer onaangenaam, wanneer zij nog in den groenen toestand verkeeren; eerst bij het drogen ontwikkelt zich de reuk van cumarine. Het kweeken van den P. Mahaleb (bijv. te Baden bij Weenen) geschiedt met veel zorg; wanneer de stammetjes ongeveer drie jaar oud zijn en een lengte van nagenoeg 2 Meter bereikt hebben, worden zij gekapt.

moet in den geur gezocht worden, die het hout na zorgvuldige kweeking in den drogen toestand ontwikkelt. De geur van dit zoogenaamde „Weichsel"-hout is van een aromatisch lichaam afkomstig, dat ook o. a. in de tonkaboontjes [1]) en in het Lieve-vrouwenbedstroo (Asperula odorata L.) wordt aangetroffen, en in de scheikunde onder den naam van *cumarine* bekend is.

Verschillende houtsoorten uit de tropische gewesten bezitten een zeer sterken reuk; zoo o. a. het kaneelbruine kernhout van den West-Indischen Cedrela odorata — ten onrechte cederhout genoemd — waaruit meestal de sigarenkisten vervaardigd worden; het blauwhout of Campêche-hout, heden ten dage een gewichtige grondstof voor inktfabrieken, heeft op een versch snijvlak, den geur van welriekende viooltjes; bijzonder sterk en eigenaardig is ook de reuk van het bruine kernhout van den Virginischen Jeneverboom (Juniperus virginiana L.), waaruit men de omhulsels van beste potlooden (Faber-potlooden) vervaardigt; een aangenamen rozengeur bezit het wortelhout van enkele Convolvulussoorten (C. scoparius L. en C. floridus L.) van de Kanarische eilanden, dat als „rozenhout" [2]) in den handel komt, enz., enz.

72. De **fijnheid**. Wanneer men de fijnheid van een of andere houtsoort bepalen moest, zou het onderzoek met behulp van de loupe en den microscoop voorzeker de beste gegevens daarvoor verschaffen.

Bleek bij zulk een onderzoek, dat alle deelen van het weefsel een zeer gelijkvormigen bouw bezaten, dat bijv. de holle ruimten, die door vezel- en vatwanden werden omsloten, even-

---

1) Dit zijn de zaden van Dipteryx odorata Willd. en D. oppositifolia Willd, boomen, die in de heete luchtstreken van Amerika (Guiana, Brazilië) groeien, en tot de familie der Vlinderbloemigen behooren.

2) Het hout, dat gemeenlijk in den handel „rozenhout" heet, dankt dezen naam niet aan den reuk maar aan de kleur; zoo bijv. het Braziliaansch rozenhout (in Engeland „Tulipwood" genoemd), 't welk waarschijnlijk afkomstig is van Physocalymna floribundum Pohl; het West-Indische rozenhout van verschillende Cordia-soorten (C. Gerascanthus L., C. Sebestina L.), enz.

zeer als de wanddikte dezer elementen onderling weinig of niets verschild n, dan zou men met recht de houtsoort, die een dergelijk weefsel bezat, fijn noemen. De absolute grootte van vaten en vezels komt natuurlijk bij die fijnheidsbepaling minder in aanmerking; de hoofdzaak is, dat het weefsel in alle deelen zooveel mogelijk homogeen is.

Op deze wijze handelende zou men evenwel verschillende houtsoorten onder de grove soorten rangschikken, die toch in de praktijk der houtbewerking als fijn worden beschouwd. Dit is daaraan toe te schrijven, dat men in de praktijk, voor de bepaling der meerdere of mindere fijnheid van het hout, in 't algemeen geheel andere gegevens kiest, en de een een houtsoort fijn noemt, omdat ze zich, na door middel van schaaf of beitel bewerkt te zijn, op 't gevoel glad voordoet, terwijl de ander aan een fijne houtsoort den eisch stelt, dat ze door boenen of politoeren een vrij hoogen glans aanneemt.

Het hout van den noteboom zou, wanneer men met den microscoop de elementaire deelen had onderzocht, zeker niet als een tamelijk fijne houtsoort kunnen worden aangemerkt. Reeds met het bloote oog ziet men zeer duidelijk jaarringen, en vaten, die onderling in wijdte zeer verschillen; bij meting met den micrometer blijkt dan ook de middellijn der vaten in het herfsthout nagenoeg zesmaal kleiner te zijn dan die in het voorjaarshout. Vervolgens is ook de vezelwijdte ruim viermaal kleiner dan de wijdte der kleinste vaten, en bovendien wordt het weefsel door parenchymbanden doorsneden, wier celholten een veel grooter middellijn bezitten dan de holle ruimten, die door de vezelwanden worden omsloten, enz. Het weefsel van turksch palm-(buks-)hout daarentegen heeft vaten, die zeer regelmatig tusschen de overige elementen zijn verspreid, en die wegens hun geringen diameter slechts met den microscoop kunnen gezien worden, terwijl de cellen zoo gelijkmatig verdikt en regelmatig van vorm zijn, dat men ter nauwernood bij zeer sterke vergrooting de grenzen der jaarringen kan ontdekken. Hoewel nu de laatstgenoemde houtsoort benevens nog eenige andere, wier weefsel met den micros-

coop bezien tamelijk homogeen blijkt te zijn, ook in de praktijk als zeer fijn wordt beschouwd, rekent men daar ook beuken-, esschen-, mahonie-, notenhout, enz. tot de fijne soorten, omdat ze glad bewerkt of fraai gepolitoerd kunnen worden.

Wanneer het weefsel eener houtsoort niet voldoet aan de voorwaarden, die de vereischten zijn voor fijn hout, rangschikt men haar onder de grove soorten. Natuurlijk kan van een nauwkeurige rangschikking der houtsoorten volgens de meerdere of mindere fijnheid van het weefsel geen sprake zijn, al was het alleen wegens het feit, dat dit, onder de verschillende invloeden, die tijdens den groei zich doen gelden, nu eens meer, dan eens minder gewijzigd wordt. Zoo zal men het eikenhout met zeer breede jaarringen zeer zeker veel gladder bewerken kunnen, dan dat met smalle jaarringen, waarin de vaten over de gansche ringbreedte zoo eng aaneengesloten voorkomen; eveneens kan 't vurenhout, dat onder bepaalde omstandigheden is gegroeid, zeer fijn zijn; zoo bijv. dat, hetwelk zeer smalle jaarringen heeft, en ter vervaardiging van klankbodems dient.

De tabel, die wij hier doen volgen, heeft dan ook slechts ten doel om een denkbeeld te geven van de groepeering van eenige der meest bekende houtsoorten naar de fijnheid, volgens het beginsel, dat daaraan in de praktijk ten grondslag wordt gelegd. Men noemt bijv.:

zeer fijn	het bukshout en het jonge taxishout;
fijn	het hout van den haagbeuk, den hazelaar, den paardenkastanje, den pereboom;
tamelijk fijn	het hout van den berk, den beuk, den esch, den eschdoorn (A. platanoides L.), den tammen kastanje, den noteboom, den jeneverboom, (Juniperus communis L. en J. virginiana L.);
grof	het hout van den els, het grenenhout, het hout van den larix, de linde (Tilia parvifolia L.), den plataan (Platanus acerifolia W.), den populier (Populus tremula L. en P. alba L.) het vurenhout en het hout van den wilg (Salix alba L.);
zeer grof	het hout van den acacia, den ijp en den zomereik.

Terwijl het anatomisch onderzoek het gebloemde hout als zeer weinig homogeen doet kennen, wordt dit evenwel ook wegens de groote gemakkelijkheid, waarmede het zich fraai laat politoeren, als fijn hout aangemerkt [1]).

73. Het **soortelijk** of **specifiek gewicht**. Het gewicht van het hout, dat met 't oog op het technisch gebruik van groot belang is, is dit in 't bijzonder voor die industrieën, welke hout als grondstof ter mechanische bewerking bezigen, omdat zeer gewichtige eigenschappen voor de bewerking, zooals hardheid en vastheid, daarmede in nauw verband staan.

Daar de kennis van dit gewicht dus op hoogen prijs gesteld wordt, is het door een tal van onderzoekers bepaald, zoodat ons heden ten dage een tamelijk uitgebreide reeks van gegevens voor de gewichtsberekening van het een of ander volume van de meest verschillende houtsoorten ten dienste staat. Ten einde onafhankelijk te zijn van de in verschillende landen gebruikelijke, minder algemeen gekende maten en gewichten, wordt in den regel niet het *absoluut* gewicht, maar het *soortelijk* of *specifiek* gewicht der houtsoort, d. i. de verhouding tusschen het gewicht van een zeker houtvolume en dat van hetzelfde volume water [2]), opgegeven. Wij merken daarbij op, dat het voor het praktisch gebruik minder van belang is om het specif. gewicht der zuivere houtmassa te kennen, dan wel dat van het poreuze houtweefsel met al

---

1) Naar aanleiding van het boven medegedeelde merken wij nog op, dat men bij het onderscheiden van „langdradig" en „kortdradig" hout, in 't geheel niet let op den anatomischen bouw of meer bepaald op de grooter of kleiner lengte van vezels en vaten. Men noemt hout *langdradig*, wanneer zich bij het afbreken lange splinters aan de afgebroken einden vertoonen. Het behoeft geen betoog, dat dit het gevolg is van de verschillende vastheid, waarmede aan elkaâr grenzende vezels over hun lengte zijn aaneengehecht, en dat die splinters geen vezels en vaten, maar vezel- en vat*bundels* zijn. Langdradig is bijv. het eiken- en ijpenhout; als *kortdradig* hout, dat dus nagenoeg glad en splintervrij kan afbreken, noemen wij ahorn-, haagbeuken-, perenhout, enz.

2) Men neemt daarvoor in den regel de eenheid van volume aan, n.l. den kub. decimeter. Daar één kub. decim. water — bij 4° C. — één kilogram weegt, stelt 't verhoudingsgetal, dat het specifiek gewicht aangeeft, ook het gewicht voor van één kub. decim. hout, in kilogrammen uitgedrukt.

de luchtholten in cellen en vaten en met alle bestanddeelen, die er gewoonlijk in voorkomen. Terwijl het eerstgenoemde specif. gew. voor alle houtsoorten nagenoeg gelijk is [1]), worden voor het laatstgenoemde waarden gevonden, die onderling voor de verschillende houtsoorten in meer of minder aanzienlijke mate van elkaâr afwijken, hetgeen na alles wat in vorige hoofdstukken over den anatomischen bouw werd meêgedeeld, geen nadere toelichting zal behoeven.

Het verhoudingsgetal, dat 't specif. gewicht eener houtsoort voorstelt, is geen constant getal, m. a. w. wanneer men zoo nauwkeurig als slechts mogelijk is, het specifiek gewicht van een of ander houtmonster heeft bepaald, dan is dit nog niet het spec. gewicht van elk ander monster van diezelfde houtsoort — zelfs al ware dit afkomstig van hetzelfde stuk, van denzelfden balk bijv., waarvan het eerste is genomen.

In de eerste plaats zij er op gewezen, dat hout van verschillende deelen van een boom, wat het specif. gewicht betreft, onderling zeer verschilt.

Het *wortelhout* is in den regel het lichtste hout van den boom; dit volgt reeds uit een vergelijking van den elementairen bouw met dien van stam- en takhout. Een uitzondering op dezen regel vindt men bij naaldboomen, wier stammen kernhout bezitten (grove den, lork); hun wortelhout toch heeft nagenoeg hetzelfde en in enkele gevallen zelfs een grooter specif. gewicht dan het stamhout, waarschijnlijk ten gevolge van de groote hoeveelheden hars, die er in zijn opgehoopt [2]).

---

1) Volgens KARMARSCH (*Handboek der Mechan. Technologie*, 2de druk, Deel I, blz. 697) „is het soortelijk gewicht der geheel dichte (compacte), zonder tusschenruimten gedachte, houtmassa", o. a. bij ahorn- en dennenhout . . . . . = 1.46
„ berken-, linden-, populierenhout. = 1.48
„ ijpenhout . . . . = 1.52
„ beuken- en eikenhout . . . . . . = 1.53
„ mahoniehout . . . . = 1.68

Ook onderzoekingen uit den laatsten tijd brachten aan 't licht, dat er in 't genoemd gewicht nagenoeg geen verschillen zijn waar te nemen, en het voor berken-, beuken-, eiken-, grenen-, vurenhout, door 't getal = 1.56 kan worden voorgesteld.

2) Bij wortelhout van een groven den vond NÖRDLINGER een spec. gewicht = 1.035.

Veel onderzoekingen omtrent het specif. gewicht van *takhout* zijn niet verricht, maar gewoonlijk is het grooter dan dat van wortelhout en geringer dan dat van stamhout; het laatste is bijv. steeds het geval bij houtsoorten, wier vaten in het voorjaarshout een kring vormen (eiken-, esschenhout). Het takhout van loofboomen heeft somwijlen een grooter specifiek gewicht dan hout van den stam; dit komt o. a. voor bij den beuk en bij enkele populieren (Populus tremula L. en Populus monilifera Ait.). Dat van oude naaldboomen, voornamelijk dat van de horizontale of naar de aarde hellende takken van den fijnen en den zilverspar, alsmede het takhout van den lork, is eveneens specifiek zwaarder dan het stamhout, tengevolge van het meerdere harsgehalte.

Bij het *stamhout* verschilt niet alleen het specifiek gewicht der topdeelen van dat der worteleinden, maar ook het specif. gewicht der centrale houtlagen van die, welke zich meer aan den omtrek van den stam bevinden.

Vaste regels voor deze verschillen aan te geven is niet mogelijk.

Bij 't onderzoek van (luchtdroge) houtmonsters, op verschillende afstanden van 't worteleind van een stam genomen, blijkt toch, dat het specif. gewicht nu eens van het ondereinde naar den top afneemt (zoowel in 't splint als in 't kernhout), dan weêr, dat het aanvankelijk in die richting toeneemt, om ten slotte weêr geringer te worden; in enkele gevallen bereikt het specif. gewicht in 't tophout een maximumwaarde.

De oorzaak dezer afwijkingen in 't specif. gewicht moet, in verreweg de meeste gevallen, geweten worden aan een afwisseling van de breedte der jaarringen, volgens de lengte van den stam (blz. 58).

Gewoonlijk bezitten boomen, die in een gesloten stand zijn gegroeid, aan de topeinden hunner stammen de breedste jaarringen; daaruit volgt, — in verband met hetgeen op bladz. 57 omtrent den aard van herfst- en voorjaarshout in breede en smalle jaarringen is gezegd, — dat bij het naaldhout in die

deelen een gering specif. gewicht [1]); bij loofhout, en bepaald bij die soorten, welke groote in een kring geplaatste vaten in 't voorjaarshout bezitten, een grooter specif. gewicht zal worden waargenomen, dan in de worteleinden. Bij den groven den gaat deze gevolgtrekking door, voor zoover het 't stamhout betreft, tot aan de kroon van den boom; want van daar af neemt de breedte der herfsthoutlagen en daarmede het specifiek gewicht van het stamhout weêr toe. Ook voor den eik is zij juist, mits de boom nog in de kracht van zijn groei is. Bij zeer oude eiken neemt evenwel het specif. gewicht van het stamhout naar den top af. Ook bij den beuk doet zich 't zelfde geval voor als bij oude eiken, doch in het kroonhout neemt 't specif. gewicht weêr toe, evenals bij den groven den.

Bemerken wij dus weinig standvastigheid in 't specif. gewicht van stamhout, en zelfs weinig regelmaat in het af- of toenemen volgens de lengterichting van den stam, niet minder is dit het geval met betrekking tot het specif. gewicht van hout uit de centrale en peripherische lagen van den stam. Nu eens is er weinig of geen verschil in 't specifiek gewicht der genoemde stamdeelen (rijphout en kernhout van den fijnen spar), dan weer neemt het gewicht toe in de richting van den mergkoker naar de schors (beuk, stammen van oude naaldboomen), en eindelijk doet zich ook het omgekeerde geval voor (bij eiken, esschen, populieren, grove dennen), dat n. l. het kernhout specifiek zwaarder is dan het houtweefsel uit jongere lagen.

Treft men nu al zulke belangrijke verschillen aan in 't specif. gewicht van hout uit een en denzelfden stam, ze worden nog aanmerkelijker, wanneer men hout van dezelfde soort, maar van verschillende stammen afkomstig, onderling vergelijkt.

Het klimaat en de bodem, waarin de boom is gegroeid; zijn

---

1) Wanneer naaldboomen *niet* in gesloten stand zijn gegroeid, bezit het topeinde van den stam meestal het specifiek zwaarste hout.

stand tijdens den groei; zijn ouderdom, toen hij geveld werd, het zijn alle factoren, die in meerdere of mindere mate het specif. gewicht van zijn stamhout wijzigen. Als voorbeelden ten bewijze daarvan halen wij slechts aan, dat het naaldhout uit noordelijke streken, of uit het hooggebergte afkomstig, zwaarder is dan dat uit zachter klimaten, want de jaarringen zijn smaller, het herfsthout, dat dichter en vaster is dan het voorjaarshout, heeft daarin de overhand; dat de eik slechts bij een langzamen groei, op droge maar toch vruchtbare gronden, flink zwaar hout levert [1]); dat het beukenhout, op vochtige kleigronden gevormd, niettegenstaande geringe breedte der jaarringen, een veel geringer specif. gewicht heeft dan dat, hetwelk op droge gronden groeide; dat esschen en ijpen slechts een specifiek zwaar hout leveren, wanneer zij in een vruchtbaren bodem zijn voortgekomen (Zeeuwsche ijpen); dat boomen, die met een rijken bladerdos prijken en eng opeen zijn gegroeid, in den regel een specifiek lichter hout bezitten dan die van dezelfde soort, welke zich geheel vrijstaand (langs wegen, bijv.) konden ontwikkelen, enz.

Naast het specif. gewicht van het wind- of luchtdroge hout wordt in den regel ook dat van het hout in den groenen toestand aangegeven. Het laatste wisselt natuurlijk af met het watergehalte; neemt dit toe, en worden de holten in vezels en vaten met water aangevuld (blz. 29 en 74), dan vermeerdert daarmede ook het specif. gewicht van het hout, en omgekeerd zal een vermindering van de hoeveelheid water met die van het specif. gewicht hand aan hand gaan. Daar het niet doenlijk is om uit het specif. gewicht der groene houtsoorten eenige gevolgtrekking te maken ten opzichte van een der andere technische eigenschappen, omdat het watergehalte in het groene hout door zoo velerlei omstandigheden wordt gewijzigd, zal in de hieronder volgende tabel slechts

1) NÖRDLINGER zegt (*Die techn. Eigensch.* blz. 123): „das Eichenholz der Lothringer Ebenen, des Rheinthals, das holländische ist als schwammig und leicht verrufen."

het specif. gewicht van het winddroge hout worden aangegeven [1]).

Behalve 't water heeft onder de andere bestanddeelen ook de hars der naaldhoutsoorten een grooten invloed op het specif. gewicht; evenals bij het groene hout het specif. gewicht vermeerdert, naarmate de holle ruimten in het weefsel met water zijn aangevuld, evenzoo stijgt ook bij deze houtsoorten het specif. gewicht met het harsgehalte. Dat

---

1) CHEVANDIER en WERTHEIM kwamen door hun proefnemingen tot het resultaat, dat er een zeer nauw verband bestaat tusschen de specifieke gewichten van monsters eener zelfde houtsoort, die in verschillende stadiën van vochtigheid verkeeren.

Zij W het watergehalte van groen hout, uitgedrukt in percenten van het absolute houtgewicht,

W' het watergehalte van luchtdroog hout,

S en S' de specifieke gewichten, en

C een coëfficiënt voor de afwijking van het spec. gewicht, dan wordt, volgens hen, de betrekking tusschen S en S' voorgesteld door de formule:

$$S' = S\,[1 - C\,(W - W')],$$

waaruit volgt:

$$S = \frac{S'}{1 - C\,(W - W')}.$$

De waarde van den coëfficiënt C, berekend volgens de formule $C = \frac{S - S'}{S\,(W - W')}$, nadat S en S', W en W' door proefnemingen waren bepaald, is voor hout, uit verschillende lagen van den stam, niet dezelfde. Men neemt daarom een gemiddelde waarde voor C aan; deze bedraagt:

voor acaciahout	0.00555,
„ beuken „	0.00486,
„ dennen „	0.01034,
„ eiken „	0.00422,
„ esschen „	0.00501, enz.

Met behulp van deze formule zou men dus, wanneer het watergehalte van het groene hout, het specifiek gewicht van datzelfde maar luchtdroge hout, en de waarde van C gegeven is, het specifiek gewicht van het hout in den groenen toestand kunnen berekenen.

Van verschillende zijden zijn — hoewel ook CH. en W. zelven haar niet als zeer nauwkeurig beschouwen — tegen hun gevolgtrekking, ernstige en o. i. zeer gegronde bedenkingen ingebracht. Wij gaan daarom hier niet tot nadere beschouwing over, en verwijzen belangstellenden naar de oorspronkelijke verhandeling: *Mémoire sur les propriétes mécaniques du bois*, (Paris, 1848) of, naar de Duitsche vertaling van Prof. W. F. EXNER, getiteld: *Die mechanischen Eigenschaften des Holzes* (Wien, 1871). Men zie ook: *Mittheilungen aus dem Mechanisch-Technischen Laboratorium der K. Techn. Hochschule in München*, van Prof. J. BAUSCHINGER. Afl. 9, Bladz. 11. München, 1883.

het kernhout van den groven den bij toenemenden ouderdom specifiek zwaarder wordt, is daaraan toe te schrijven, dat in het weefsel ook nog op hoogen ouderdom hars gevormd wordt; dit geschiedt bij den lork en den fijnen spar slechts in de jongste splintlagen, zoodat van harsvermeerdering in andere lagen, en daarmede van verhooging van het specif. gewicht van het hout gedurende het leven van deze boomen geen sprake is.

Volledigheidshalve zij er ten slotte nog op gewezen, dat ook het gebloemde hout, en dat, hetwelk met talrijke kwasten is voorzien, veel zwaarder is dan kwastvrij hout, met regelmatig gerangschikte vezels, hetgeen wel geen opheldering zal behoeven. Hout, dat met verschillende stoffen kunstmatig gedrenkt is, zal eveneens een hooger specif. gewicht bezitten dan het natuurlijke; Nördlinger nam bij beuken- en grenenhout, ten gevolge van het creosoteeren, een gewichtsverhooging waar van 18 %.

Na al hetgeen in de voorgaande bladzijden over de geringe standvastigheid van 't specif. gewicht eener houtsoort werd gezegd, kan het geen verwondering baren, dat de opgaven daaromtrent zeer uiteenloopen en van elkaâr afwijken *moeten*, omdat zij de uitkomsten behelzen van onderzoekingen, die door verschillende personen ten uitvoer zijn gebracht; men bepaalde wel de specif. gewichten van dezelfde houtsoorten, maar de monsters, die voor de bepaling dienden, waren afkomstig van stammen, die onder geheel verschillende omstandigheden waren gegroeid; die monsters waren van verschillende deelen der stammen genomen, op verschillende wijzen voorbereid, enz. — oorzaken dus te over om de onderzoekers tot verschillende resultaten te voeren.

In de tabel zijn dan ook, voor zoover dit mogelijk is, de grenzen aangegeven, waartusschen zich de waarden der specif. gewichten van de meest bekende houtsoorten, volgens opgaven van verschillende onderzoekers, bewegen. Om van deze samenstelling ook een praktisch gebruik te kunnen maken en bij benadering het gewicht van een of ander houtvolume te

kunnen berekenen [1]), zijn daaraan ook de gemiddelde waarden der specif. gewichten toegevoegd; vele er van verdienen evenwel geen onbepaald vertrouwen, omdat ons voor verschillende houtsoorten te weinig gegevens ten dienste staan, dan dat verwacht kon worden, dat de berekende gemiddelde waarde der waarheid zeer nabij zou komen.

Houtsoorten [2]). (luchtdroog.)	Specifieke gewichten.	
	Grenswaarden.	Gemiddelde waarden.
Acaciahout (Robinia Pseudoacacia L.) . . .	0.58—0.85	0.715
ahornhout (Acer campestre L.)	0.61—0.74	0.675
appelboomenhout (Pyrus malus L.). . . .	0.66—0.84	0.750
Berkenhout (Betula alba L.).	0.51—0.77	0.640
beukenhout (Fagus sylvatica L.)	0.60—0.89	0.745
„ (Haag-, Carpinus betulus L.) .	0.62—0.86	0.740
bruyère (Erica arborea L.)	1.00	1.000

1) Het *absoluut gewicht* in kilogrammen wordt gevonden door het specif. gewicht met het houtvolume, in kub. decimeters uitgedrukt, te vermenigvuldigen.

2) Om verschillende redenen konden in de tabel niet *alle* houtsoorten worden opgenomen, die in de nijverheid toepassing vinden; slechts die, welke ons 't gewichtigst voorkwamen, vonden daarin een plaats.

Men zie overigens voor de eigenschappen en het specifiek gewicht van W. Indische houtsoorten:

van Europeesch Guiana: *Beschrijving van houtsoorten, die in E. G. wassen* door H. A. VAN DER SPECK OBREEN, Rotterdam, H. NIJGH. 1864.

van Suriname (Ned. Guiana): *Over Surinaamsche houtsoorten* door Jhr. C. A. VAN SYPESTEIJN.

Voor die, in O. Indie in gebruik de: *Algemeene beschrijvende Catalogus der houtsoorten van Ned. Oost-Indië, aanwezig in het Koloniaal Museum, op het Paviljoen te Haarlem*, door F. W. VAN EEDEN, voor welke beschrijving gebruik gemaakt is van de werken van W. L. DE STURLER, MIQUEL, e. a.

Een overzicht van de resultaten der proefnemingen van verschillende onderzoekers met betrekking tot het specifiek gewicht der houtsoorten vindt men in: *Die mechanischen Eigenschaften des Holzes*, blz. 63, e. v. Op bladz. 82 e. v. is in die vertaling ook een tabel aanwezig, waarin het verloop der specif. gewichten aangegeven is van verschillende houtsoorten, in de draadrichting en in een zelfden jaarring.

Houtsoorten. (luchtdroog.)	Specifieke gewichten.	
	Grenswaarden.	Gemiddelde waarde.
bukshout, (onecht palmhout, Buxus sempervirens L.)	0.99—1.02	1.005
Cederhout (echt, Pinus Cedrus L.).	0.486 [1])	0.486
„ (bruin, *Surinaamsch*, Cedrela odorata L.)	0.376 [2])	0.376
„ (wit, *Canadaasch*, Thuja occidentalis L.)	0.38—0.54	0.460
„ (rood, *Amerikaansch*, Juniperus virginiana L.)	0.40—0.60	0.500
Dennenhout (Abies pectinata D. C.)	0.37—0.69	0.530
djatihout (Zie *teakhout*).		
Ebbenhout (zwart, Diospyros Ebenum Retz. en andere D. soorten)	1.187—1.246	1.216
eikenhout (zomereik, Quercus pedunculata Ehrh.)	0.69—1.03	0.860
„ (wintereik, Q. sessiliflora Sm.) . .	0.53—0.96	0.745
elzenhout (Alnus glutinosa Gärtn.). . . .	0.42—0.64	0.530
esschenhout (Fraxinus excelsior L.) . . .	0.57—0.94	0.755
eschdoornhout (Acer Pseudoplatanus L.) .	0.53—0.79	0.660
Grenenhout (Pinus sylvestris L.)	0.31—0.828	0.569
„ (*Amerikaansch*, Pinus australis Mill.)		
1°. *pitch-pine*	0.832 [3])	0.832
2°. *yellow-pine*	0.50—0.63	0.565
Hazelaarshout (Corylus avellana L.)	0.56—0.71	0.635
hickoryhout (Carya alba Mill.)	0.77—1.00 [4])	0.885
hulsthout (Ilex Aquifolium L.)	0.78	0.780
IJpenhout (Ulmus campestris L.)	0.56—0.82	0.690
ijzerhout (bruin-, *grenadilhout*, Casuarina equisetifolia L. fil.).	1.185—1.239	1.212
Jeneverboomenhout (Juniperus communis L.) .	0.53—0.70	0.615
Kastanjeh. (tamme kastanje, Castanea vesca Gärtn.)	0.56—0.72	0.640
„ (paardenkastanje, Aesculus Hippocastanum L.)	0.52—0.63	0.575

1) Cederhout van den Libanon, volgens EBBELS en TREDGOLD.

2) Volgens Engelsche opgaven; zie: *Over Surinaamsche houtsoorten*, door Jhr. C. A. VAN SYPESTEIJN, blz. 44.

3) Zie: *Verhandelingen in h. Tijdschrift v. h. K. I. v. Ingenieurs*, Jaargang 1880—81, blz. 174.

4) *Centralblatt f. d. gesammte Forstwesen.* Juli 1882, blz. 301.

Houtsoorten. (luchtdroog.)	Specifieke gewichten.	
	Grenswaarden.	Gemiddelde waarden.
kerseboomenhout (wilde kriek, Prunus avium L.)	0.57—0.78	0.675
Lindenhout (Tilia parvifolia Ehrh.)	0.32—0.60	0.460
lorkenhout (best grenenh., Larix europaea D. C.)	0.44—0.85	0.645
Mahoniehout (echt, Swietenia Mahagony L.) .	0.56—0.878 [1])	0.719
„ (*Madeira-* of *Caïlcedrahout* van Khaya senegalensis Guill. et Perott.)	0.91	0.910
meidoornhout (Crataegus Oxyacantha L.) .	0.81—0.88	0.845
Noteboomenhout (Juglans regia L.)	0.65—0.71	0.680
Olmenhout (Zie: ijpenhout.)		
Palissanderhout (*Polyxanderhout*, van Jacaranda brasiliensis Pers.	0.908	0.908
palmhout (Zie: bukshout).		
pereboomenhout (Pyrus communis L.) . .	0.71—0.73	0.720
plataanhout (Platanus occidentalis L.). . .	0.61—0.68	0.645
pokhout (Guajacum officinale L.)	1.393 [2])	1.393
populierenhout (witte, Populus alba L.) . .	0.40—0.57	0.485
„ (Canadasche, Populus monilifera Ait.)	0.38—0.52	0.450
„ (esp, P. tremula L.). . . .	0.43—0.60	0.515
pruimeboomenhout (Prunus domestica L.) .	0.68—0.90	0.790
Taxishout (Taxus baccata L.)	0.74—0.94	0.840
teakhout of *djatihout* (Tectona grandis L.).	0.56—0.84 [3])	0.700
Vlierhout (Sambucus nigra L.)	0.53—0.76	0.645
vurenhout (Abies excelsa Lam.).	0.35—0.60	0.475
Weymoutspijnhout (Pinus strobus L.). . . .	0.31—0.58	0.445
wilgenhout (witte W. of schietwilg, Salix alba L.)	0.43—0.53	0.480
„ (ruige W. of waterwilg, S. Caprea L.)	0.43—0.63	0.530

1) Volgens KARMARSCH. Volgens WIESNER, had hout van Swietenia Mahagony, uit Guadaloupe afkomstig, een specifiek gewicht = 1.04.

2) Volgens TH. HARTIG.

3) Zie: *de Djati-bosschen op Java*, door J. W. H. CORDES, blz. 31 e. v.; vervolgens *Tijdschrift v. d. Ned. Maatsch. t. b. v. Nijverheid*, 4de reeks, Dl. I, blz. 416, enz.

Men ziet uit de tabel, dat het specif. gewicht der houtsoorten zeer gering is, wat voor het gebruik in de meeste gevallen zeer gewenscht is [1]). Gemiddeld toch is het specif. gewicht van loofhout (luchtdroog) = 0.659, dat van naaldhout = 0.453; dit zijn dus waarden, die ver blijven beneden het specif. gewicht der voor de mechanische nijverheid meest gewichtige metalen, zelfs ver beneden dat van het lichtste, n. l. het aluminium (specif. gewicht = 2.5). De zwaarste houtsoorten komen uit de tropen tot ons.

Men kan de houtsoorten, volgens hun specif. gewicht, in verschillende klassen rangschikken; een indeeling, die ons het rationeelst voorkomt, en ook het meest overeenstemt met die, welke in de praktijk gevolgd wordt, is de onderstaande [2]):

Eerste klasse. *Zeer zware houtsoorten,* met een minimum specif. gewicht van 0.75.

Hiertoe behoort bijv. hickory- en ijzerhout, palissanderhout, pitch-pine, pokhout, enz.

Tweede klasse. *Zware houtsoorten* wier specif. gewicht 0.70 — 0.75 bedraagt, bijv. eiken-, mahonie-, taxis-, teakhout, enz.

Derde klasse. *Middelmatig zware houtsoorten*, met specif. gewicht van 0.55 — 0.70, zooals; appelboomen-, berken-, elzen-, grenen- en kastanjehout, enz.

Vierde klasse. *Lichte houtsoorten* met een maximum spec. gewicht van 0.55, bijv. dennen-, linden-, populieren-, vuren-, wilgenhout, enz.

Het verband, 't welk tusschen het specif. gewicht en andere technische eigenschappen van het hout bestaat, zal in de vol-

---

1) Zeer zelden wordt een of andere houtsoort, speciaal wegens het hooge specif. gewicht, voor het praktisch gebruik verkozen (pokhout voor kegelballen).

2) NÖRDLINGER neemt zeven gewichtsklassen aan, en verdeelt de houtsoorten in *buitengewoon zware* (S. G. = of > 1), *zeer zware* (S. G. = 0.99 — 0.9), *zware* (S. G. = 0.89 — 0.8), *middelmatig zware* (S. G. = 0.79 — 0.7), *tamelijk lichte* (S. G. = 0.69 — 0.6), *lichte* (S. G. = 0.59 — 0.5) en *zeer lichte* (S. G. = 0.49 — 0.4). (*Die techn. Eigenschaften*, blz. 227).

gende bladzijden ter sprake worden gebracht. Welke betrekking er heerscht tusschen het specif. gewicht en de duurzaamheid van het hout werd reeds op blz. 135 e. v. meegedeeld.

74. De **veerkracht** of **elasticiteit.** Wanneer men een houten staafje buigt, worden de vezels, aan het convexe oppervlak grenzende, gerekt, en die aan de holle of concave zijde samengedrukt.

Die rekking en samendrukking der vezels zal met de vermeerdering van de grootte der krachten, die op de uiteinden van het staafje werken en de buiging veroorzaken, toenemen; gaat men dan evenwel met de buiging niet te ver, zoo zal, wanneer de werking dier krachten ophoudt, het staafje zijn oorspronkelijke gedaante kunnen hernemen; de gerekte vezels zullen zich weêr samentrekken, de samengedrukte zich wederom uitzetten.

Het is de *veerkracht*, die, hetzij men door buigende, dan wel door rekkende, drukkende, of wringende krachten een uitrekking of samendrukking der vezels veroorzaakt — het staafje weêr tot zijn oorspronkelijke gedaante terugbrengt, mits de vormverandering niet te aanzienlijk is geweest. Men weet toch, dat, wanneer men in 't vertrouwen op die veerkracht de houtvezels te veel rekt of drukt, dit dikwijls het scheuren der vezels en daarmede het breken van het voorwerp, waarvan zij een deel uitmaken, ten gevolge heeft; en al ging men niet zoo ver, en al brak ook het houten voorwerp niet, dan zou dit toch, wanneer men bij de vormverandering een bepaalde grens te boven ging, niet meer zijn oorspronkelijke gedaante aannemen, maar een blijvende, hoewel misschien zeer kleine, vormverandering ondergaan [1]). Men heeft dan, zooals men dit uitdrukt, de *grens der elasticiteit* overschreden, en daarmede een eersten stap

1) Wij laten hier buiten aanmerking dat, hoe gering men ook een staaf van een of andere stof moge belasten, die belasting *altijd, een bijna onmeetbare* verlenging of samendrukking der staaf ten gevolge heeft.

gedaan op den weg, die noodzakelijk tot een verbrijzeling van het voorwerp moet leiden.

Uit 't geen ons bekend geworden is omtrent den elementairen bouw van het hout, kunnen wij reeds dadelijk het besluit trekken, dat die grens niet alleen bij gelijkvormige stukken van verschillende houtsoorten, maar ook bij stukken van dezelfde boomsoort, ja van denzelfden stam afkomstig, bereikt zal worden onder de werking van krachten van zeer ongelijke grootte.

En dit is inderdaad het geval.

Tal van proefnemingen hebben bewezen, dat niet minder dan het specif. gewicht, ook de veerkracht van hout uit denzelfden stam ten gevolge van de meest verschillende omstandigheden, kan afwisselen.

Men zie bijv. eens in de volgende tabel, welk een grooten invloed het watergehalte op de elasticiteitsgrens uitoefent.

Om dien invloed te bepalen, werden, door CHEVANDIER en WERTHEIM, houten staafjes van groen hout en van hout met ongeveer 20 % water, alle van dezelfde lengte en doorsnede, aan één der uiteinden onwrikbaar bevestigd; daarna werd de grootte van het gewicht bepaald, dat men aan het andere uiteinde (in de lengterichting van het staafje) kon aanbrengen, zonder dat een permanente verlenging van het staafje na het wegnemen van de belasting, d. i. hier van de trekkende kracht, duidelijk was waar te nemen. Om zeker te zijn, dat men de belasting tot aan de elasticiteitsgrens had opgevoerd, ging men daarmede iets te ver, zoodat men na elke proef een uiterst geringe verlenging kon waarnemen (0.00005 van de staaflengte) [1]. In de tabel stellen de cijfers het aantal kilogrammen voor, dat per vierkante milimeter door-

---

1) WERTHEIM raadde later aan, om deze permanente verlenging iets grooter te nemen (*Annales de chimie et de physique* T. XII, p. 385).

Men zie dienaangaande ook de verhandeling van NÖRDLINGER over *Zugfederkraft der Hölzer* in het *Centralblatt für das gesammte Forstwesen*, Januari 1881, blz. 2.

snede der staafjes voor een belasting tot aan de elasticiteitsgrens werd gevorderd [1]).

Houtsoorten.	Groen hout.	Luchtdroog hout met 20 % water.
Berkenhout	0.761	1.617
elzen „	1.449	1.809
esschen „	1.726	2.029
plataan „	1.647	2.303
populieren „ (ratel-).	2.302	3.082
ijpen „	0.987	1.842
acacia „	—	3.188
ahorn „	—	2.715
beuken „	—	2.371
dennen „	—	2.153
eiken „ (winter-)	—	2.349
grenen „	—	1.633

Men ziet hieruit, dat de elasticiteitsgrens veel sneller bij het vochtige dan bij het meer droge hout wordt bereikt. De tabel geeft tevens een antwoord op de vraag, waarom houtsoorten in den groenen toestand veel gemakkelijker een blijvende vormverandering ondergaan, dan wanneer zij gedroogd zijn. Wordt het hout kunstmatig gedroogd, bijv. door verhitting tot 100° C., dan wordt de kracht, die voor de geringste uitrekking der vezels noodzakelijk is, nagenoeg even groot als de aantrekkingskracht tusschen de kleinste deeltjes, als de cohaesie; wordt deze overwon-

1) Bij de bepaling dezer elasticiteitsgrenzen had slechts een kortstondige belasting der houtsoorten plaats; uit verschillende onderzoekingen (o. a. THURSTON, *Ueber den Einfluss der Anstrengungsdauer auf die Festigkeit und Elasticität der Nadelhölzer*, in *Dingler's Pol. Journal*, Dl. 244, blz. 281) is gebleken, dat de duur der belasting grooten invloed heeft op 't eindresultaat, en de elasticiteitsgrens, bij voortdurende belasting, veel geringer wordt.

nen, dan breken de vezels — van een blijvende verlenging kan dus, in dit geval, geen sprake zijn.

Ten einde niet slechts andere omstandigheden, die op de elasticiteit van invloed zijn, aan te halen, maar ook een denkbeeld te kunnen geven van de hoegrootheid dezer verschillende invloeden, moeten wij een verklaring geven van den zoogenaamden *elasticiteits-coëfficiënt.*

Men verstaat daaronder de grootte van de kracht, in kilogrammen uitgedrukt, waarmede men een der einden van een staafje van 1 mM^2. doorsnede, waarvan het andere einde onwrikbaar bevestigd is, zal moeten uitrekken of samendrukken om het, *indien dit mogelijk ware*, een verlenging of verkorting te doen ondergaan, die gelijk is aan zijn oorspronkelijke lengte.

De waarde van dezen coëfficiënt, die men langs empirischen weg bepaalt [1]), zal voor de verschillende houtsoorten door een zeer groot getal (kilogrammen) worden uitgedrukt. Men kan dit opmaken uit het geringe effect van een belasting *tot aan de elasticiteitsgrens* bij staafjes van 1 mM^2. doorsnede. De verlenging bedraagt bij die belasting voor staafjes van:

esschenhout,	slechts	$\frac{1}{385}$	der	totale	lengte	
ijpen	„	„	$\frac{1}{414}$	„	„	„
eiken	„	„	$\frac{1}{430}$	„	„	„
vuren	„	„	$\frac{1}{470}$	„	„	„
dennen	„	„	$\frac{1}{506}$	„	„	„
beuken	„	„	$\frac{1}{570}$	„	„	„

In de volgende tabel hebben wij van eenige houtsoorten de gemiddelde waarden hunner elasticiteits-coëfficiënten (uitrekking) opgegeven; daar het tevens ons doel is om te doen zien dat, en

---

1) Men zie voor de bepaling van den elasticiteits-coëfficiënt der houtsoorten:
CHEVANDIER et WERTHEIM: *Mémoire sur les propriétés mécaniques du bois*,
NÖRDLINGER: *die technischen Eigenschaften der Hölzer*,
Akustische methode ter bepaling van den coëfficiënt van veerkracht, toegepast op eenige tropische houtsoorten. Akademisch proefschrift door S. FIGEE (Haarlem 1877. J. M. SCHALEKAMP).

in welke mate de elasticiteit in de richting van den draad en in daarop loodrechte richtingen verschilt, worden ook de coëfficiënten in radiale en tangentiale richting aangegeven.

Houtsoort.	In de draadrichting.	Dwarsdraads.	
		Radiaal.	Tangentiaal.
acaciahout	1261.9	170.3	152.2
ahorn „	1021.4	157.1	72.7
berken „	997.2	81.1	155.2
beuken „	980.4	269.7	159.3
eiken (winter-) hout .	921.3	188.7	129.8
esschenhout	1121.4	111.3	102.0
plataan „	1163.8	134.9	80.5
populieren (ratel-) hout	1075.9	107.6	43.7

Met een enkele uitzondering (in de tabel: berkenhout) is dus de elasticiteit in de richting der vezels het grootst, en het geringst in tangentiale richting. Chevandier en Wertheim, aan wier mededeelingen wij ook bovenstaande getallen ontleenen, maakten uit de resultaten van hun onderzoek de gevolgtrekking, dat, *wanneer men de elasticiteits-coëfficiënt in de draadrichting* = 1 *stelt, de elasticiteits-coëfficiënt in de richting der mergstralen* = 0.165, *en in die der jaarringen* = 0.091.

Hout, genomen van verschillende deelen van een boom, vertoont een zeer verschillende mate van veerkracht. In deze richting zijn zeer belangrijke onderzoekingen door Mikolaschek [1]) gedaan; zijn proefmateriaal bestond uit gedeelten van stammen en takken, die elk 1 meter lang waren. De proefstukken werden uit 't kernhout dier deelen vervaardigd, en waren bij het onderzoek volmaakt luchtdroog.

1) *Untersuchungen über die Elasticität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens* von Carl Mikolaschek, Lehrer an der K. K. Staatsgewerbeschule zu Reichenberg. Wien, 1879. (Uit de *Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs; Band II, Heft I*).

Uit de resultaten zijner onderzoekingen — waarvan wij in de volgende bladzijden nog een ruim gebruik zullen maken — maakt Mikolaschek omtrent de elasticiteit van hout uit verschillende deelen der boomen, deze algemeene gevolgtrekkingen:

1°. Bij *uitrekkende krachten* is de elasticiteitsgrens in het worteleind der stammen aanzienlijker dan in 't middendeel; en dáár in de meeste gevallen aanmerkelijk hooger dan in het takhout. De verlenging tot aan die grens is het grootst bij de proefstukken uit het worteleinde van den stam en het geringst bij die uit het takhout.

De *elasticiteits-coëfficiënt* is bij alle houtsoorten het hoogst in het middengedeelte der stammen; voor het hout der voeteinden is die coëfficiënt meestal nog grooter dan voor het takhout.

2°. Bij *drukkende krachten* bereikt de elasticiteitsgrens in het hout der takken veelal een maximum; in 't middendeel der stammen is de grens hooger dan in 't worteleind (bij 't meerendeel der onderzochte houtsoorten). De samendrukking tot aan de elasticiteitsgrens is eveneens in 't takhout het grootst, en het kleinst in het hout uit het voeteinde der stammen.

Voor de *elasticiteits-coëfficiënt* van het takhout vindt M. zeer uiteenloopende waarden; in het benedengedeelte der stammen is de coëfficiënt bij de meeste houtsoorten hooger dan in 't middendeel.

3°. Bij *buigende krachten* is de elasticiteitsgrens in 't tophout het hoogst, het geringst in 't voeteinde der stammen.

De *elasticiteits-coëfficiënt* is in het takhout bij de meeste houtsoorten kleiner dan in dat van den stam; in 't hout uit het voeteind en het middengedeelte der stammen genomen, zijn de waarden dezer coëfficiënten nagenoeg even groot.

4°. Bij *wringende krachten* is de elasticiteitsgrens bij takhout 't hoogst, en 't laagst bij het hout uit de middendeelen der stammen.

De *elasticiteits-coëfficiënt* is in het laatstgenoemde stamdeel bij de meeste houtsoorten het geringst; in het worteleinde

der stammen gedeeltelijk grooter, gedeeltelijk kleiner dan in het takhout.

Men zal dus, zonder veel van de waarheid af te wijken, kunnen aannemen, dat in 't algemeen het takhout het meest en het hout uit het middendeel der stammen het minst elastisch is.

Ook in de richting loodrecht op die der vezels blijft de elasticiteit van het hout niet standvastig. In den regel heeft de jaarring, waarvan het weefsel het hoogste specif. gewicht bezit, ook de grootste elasticiteit. Volgens CHEVANDIER en WERTHEIM neemt, bij verschillende houtsoorten, met het specif. gewicht ook de elasticiteit regelmatig van het hart naar den omtrek van den stam toe (blz. 165); bij andere nemen elasticiteit en specif. gewicht aanvankelijk toe, om ten slotte in de richting der schors weer in waarde te verminderen.

Zijn dus de verschillen in de veerkracht van hout uit eenzelfden boom reeds aanmerkelijk, voor overeenkomstige houtmonsters van dezelfde soort, maar van verschillende stammen afkomstig, loopen zij aanzienlijk uiteen. Het klimaat en de bodem, waarin de boom is gegroeid, zijn standplaats, zijn ouderdom bij het vellen, zijn al weer even zoovele omstandigheden, die op de veerkracht van het hout van invloed zijn. Een enkel voorbeeld.

Het zoogenaamde „Resonanzholz" uit het Bohemerwoud is afkomstig van den fijnen spar, die ons het vurenhout levert. Het Boheemsche hout evenwel, dat om zijn gering specifiek gewicht (0.4—0.5) en *groote* elasticiteit door de gansche wereld beroemd is, komt van 200—400 jarige exemplaren, die op de N. en N. O. hellingen van het gebergte zijn gegroeid, op een hoogte van 600—1200 meter boven de oppervlakte der zee; de bodem is daar met een dikke humuslaag bedekt, de grond overigens zeer arm aan minerale voedingsstoffen. Het hout heeft gelijkmatige, zeer smalle, één à twee millimeter breede jaarringen [1]), is dikwijls gevlamd, en vertoont nu eens een meer

1) Volgens de proeven van CHEVANDIER en WERTHEIM nam wel bij het *dennenhout*

naar 't rood hellende, dan weêr een witte kleur. Nergens ter wereld [1]) wordt vurenhout geleverd, dat om zijn groote elasticiteit tengevolge van den gelijkvormigen bouw, zoo goed voor klankbodems is geschikt, een bewijs dus, dat op de elasticiteit van hout de bovengenoemde omstandigheden van invloed moeten zijn.

Dat het vochtigheidsgehalte van den bodem ook zijn invloed doet gelden op de elasticiteit van het daarin gegroeide hout, is duidelijk door de proefnemingen van CHEVANDIER en WERTHEIM aan 't licht gebracht [2]). Hout van droge gronden bleek steeds veel meer elastisch te zijn dan dat, hetwelk uit moerassige gronden afkomstig was. Ook de stand van den boom, waarvan het proefhout was genomen, werd bij hun onderzoekingen niet over 't hoofd gezien; een boom op het noorden, noordoosten of noordwesten gegroeid, leverde veerkrachtiger hout dan een andere, die op zuidelijke berghellingen bijv. had gestaan. Men zie de tabel op de volgende bladzijde.

In hoeverre de ouderdom der boomen zich doet gelden, kan ook uit die tabel blijken; duidelijk toch is het waar te nemen, dat met den ouderdom de elasticiteit van het hout geringer wordt. Men vergete evenwel bij het raadplegen der tabel niet, dat verscheidene omstandigheden vereenigd optreden en de waarde van den elasticiteits-coëfficiënt bepalen.

---

de elasticiteit toe met de fijnheid der jaarringen, maar bij andere houtsoorten werd niet zelden het tegenovergestelde geval waargenomen.

Grooter elasticiteit gaat dus niet altijd hand in hand met geringer breedte der jaarringen.

1) Aanzienlijke hoeveelheden „Resonanzholz" komen ook uit Beieren, Gallicië, Vorarlberg, en worden zelfs uit Amerika aangevoerd.

2) Wij moeten hier mededeelen, dat de houtsoorten die door CH. en W. werden onderzocht uit de Vogezen afkomstig waren, en hun uitkomsten dus, *strikt genomen*, slechts voor hout uit de Vogezen geldend zijn.

Eikenhout (Quercus sessiliflora Sm.).

Bodem.	Stand van den boom.	Ouderdom van den boom.	Elast. coëfficiënt.
droog en niet zeer vruchtbaar.	op het zuiden.	51 jaar.	948.3
	„ bergkam.	60 „	953.3
	„ het zuiden.	78 „	925.6
vruchtbaar en niet vochtig.	op het westen.	50 jaar.	1006.4
	„ „ oosten.	74 „	996.4
	„ „ westen.	85 „	946.9
	„ „ „	95 „	879.0
	„ „ „	105 „	848.1
	„ „ „	164 „	878.7
	„ „ noorden.	103 „	1066.3
moerassig, vlak.	op het noorden.	40 jaar.	1439.6
	„ „ „	75 „	784.7

De anatomische bouw der houtsoorten is van grooten invloed op de waarde dezer elasticiteits-coëfficiënten. NÖRDLINGER [1]) vond bijv., dat bij kernhout van een zomereik de coëfficiënt 747 tot 1607 en bij kernhout van een Bourgondischen eik (Quercus Cerris L.) slechts 696 (Kg. per mM.^{2}) bedroeg; de reden van dit verschil moet gezocht worden in de aanwezigheid van betrekkelijk dikke mergstralen (fig. 25, blz. 46), die op zeer geringen afstand van elkaâr (2 à 3 millimeters) het weefsel der laatstgenoemde eikenhoutsoort doorsnijden, en de vezels herhaaldelijk van richting doen veranderen.

Hoe meer gelijkmatig de bouw van het hout is, hoe rechter de vezels zijn gestrekt, hoe minder kwasten, bloemen of mouches er in 't hout voorkomen, des te grooter is ook de veerkracht.

Zware houtsoorten zijn meestal zeer elastisch (ebbenhout, palmhout, teakhout), maar ook onder de lichte houtsoorten

---

1) *Zugfederkraft der Hölzer*, enz. door dr. NÖRDLINGER, in het *Centralblatt f. d. ges. Forstwesen*, 1881, blz. 3.

zijn er vele, die voornamelijk door hun eenvoudige structuur een hooge mate van elasticiteit bezitten (dennen-, grenen-, linden-, vurenhout), indien zich slechts geen onregelmatigheden als die, welke wij zoo even opsomden, in hun weefsel voordoen. Men kan dus niet uitsluitend door vergelijking van de specif. gewichten van verschillende houtsoorten, tot een grooter of geringer elasticiteit van de eene houtsoort boven de andere besluiten. Het boven aangehaalde houtmonster van den Bourgondischen eik bijv., met geringer elasticiteits-coëfficiënt dan dat van den zomereik, had een specif. gewicht in den luchtdrogen toestand = 0.820, terwijl dat van 't zomereikenhout van 0.706 tot 0.738 afwisselde; ook het acaciahout (zie de tabel op blz. 177), dat zulk een hooge mate van elasticiteit bezit, behoort geenszins tot de zwaarste houtsoorten.

Een zeer volledige reeks van onderzoekingen omtrent de elasticiteit van Europeesche houtsoorten werd, zooals ons reeds bekend is, door Mikolaschek verricht. Een groot aantal der door hem verkregen numerische data voor die eigenschap, vindt men, ten einde het overzicht gemakkelijk te maken, in de volgende lijst te zamen gesteld:

Houtsoorten.	Uitrekking. (volgens de draadrichting).		Drukking. (volgens de draadrichting).		Buiging.		Wringing.	
	Elasticiteits-grens. Kilogr. per mM². Gemidd.	Elasticiteits-coëfficiënt. Kilogr. per Mm². Gemidd.	Elasticiteits-grens. Kilogr. per mM². Gemidd.	Elasticiteits-coëfficiënt. Kilogr. per mM². Gemidd.	Elasticiteits-grens. Kilogr. per mM². Gemidd.	Elasticiteits-coëfficiënt. Kilogr. per mM². Gemidd.	Elasticiteits-grens. Kilogr. per mM². Gemidd.	Elasticiteits-coëfficiënt. Kilogr. per mM². Gemidd.
beukenhout (Fag. sylv. L.) .	2.44	1408.20	2.49	1743.00	1.98	976.50	0.40	821.50
dennen „ (Ab. pect. D. C.)	1 67	1396.50	2.80	1723.50	1.42	755.45	0.28	479.88
eikenhout (Quercus sessilifl. Sm.)	2.82	826.75	2.09	933.00	1.77	620.00	0.40	339.20
„ (Q. peduncul. Ehrh.)	3.50	1030.25	2.22	1250 65	2.71	734.50	0.53	785.40
elzenhout (Aln. glut. Gärtn.) .	1.16	981.00	1.24	823.00	1.21	613.90	0.27	728.53
grenenhout (Pinus sylv. L.) .	1.72	1198.50	2.55	661.00	0.80	617.40	0.33	694.35
haagbeukenhout (Carp. bet. L.)	2.08	980.00	1.45	1139.00	2.53	654.50	0.33	1032.00
ijpenhout (Ulm. camp. L.) . .	1.47	1325.00	1.55	1034.10	1.56	647.70	0.29	581.77
lindenhout (Tilia parvif. L.) .	1.46	1008.00	1.87	600.00	0.95	679.50	0.23	617.81
lorkenhout (Larix europ. D. C.)	1.72	1262.00	2.43	434.45	1.57	683.25	0.41	572.75
vurenhout (Abies exc. Lam.)	2.09	905.80	1.83	1346.50	1.29	707.40	0.30	519.66
wilgenhout (Salix Caprea L.)	2 04	1021.40	1.41	948.80	1.53	704.35	0.29	939.45

NÖRDLINGER [1]) rangschikte de houtsoorten volgens hun veerkracht in zes klassen; hij leidde daarvoor de gemiddelde waarde van hun elasticiteits-coëfficiënt uit de waarnemingen van verschillende onderzoekers af. Een denkbeeld dezer classificatie, en tevens een overzicht van den rang, dien de meest gewone houtsoorten in dit geval ten opzichte van elkaâr innemen, geeft de volgende tabel:

Eerste klasse.	*Buitengewoon elastisch:*	bijv.	ebbenhout, teakhout.
Tweede „	*Zeer* „ :	„	acaciahout.
Derde „	*Elastisch* :	„	berken-, populieren (Populus tremula L.)-, ijpen-, linden- en notenhout.
Vierde „	*Tamelijk elastisch* :	„	beuken-, eiken-, esschen-, eschdoorn (Acer Pseudoplatanus L.-), en vurenhout.
Vijfde „	*Weinig elastisch* :	„	dennen-, elzen-, haagbeuken-, en lorkenhout.
Zesde klasse.	*Zeer weinig elastisch* :	„	grenenhout [2]), hout van den Canadaschen en den witten populier.

Wij verwijzen voor het overige naar de verschillende opgaven, omtrent de elasticiteit van houtsoorten, in het laatste Hoofdstuk.

1) *Die technischen Eigenschaften*, blz. 357.

2) In den scheepsbouw gebruikt men voor masten bij voorkeur grenenhout, — voornamelijk wegens zijn *groote* elasticiteit. Dit strookt dus weinig met het bovenstaande. Wij merken evenwel op, dat de grenen stammen, die voor masten zullen dienen, *aan buitengewone eischen moeten voldoen.* De beste moeten weinig of geen kwasten en zeer weinig splint (1—2 centim. breed) bezitten; ook mogen zij niet te veel hars bevatten, dat bovendien zeer gelijkmatig door het kernhout moet verdeeld zijn; ten slotte moeten de jaarringen zeer smal (0.75—1.75 centm.) en door den ganschen stam nagenoeg even breed zijn. De kleur van het hout verlangt men gelijkmatig lichtgeel.

Wij herhalen dat de classificatie van NÖRDLINGER op de gemiddelde waarde van den elasticiteits-coëfficiënt van houtsoorten van verschillende hoedanigheid is gebaseerd.

75. De **vastheid** of **cohaesie**. Onder *vastheid* van het hout verstaat men den weerstand, dien het biedt aan de werking van krachten, welke de vezels van een trachten te scheuren of van elkaâr te scheiden. Die krachten kunnen daartoe op verschillende wijzen werken, en al naardien openbaart zich ook een verschillend weerstandsvermogen.

Wordt een houten voorwerp, een staafje bijv., gebroken, doordat zijn elementen, vezels, vaten, parenchym- en mergstraalcellen òf te veel gerekt òf te sterk samengedrukt worden, dan is in het eerste geval de *absolute*, in het tweede de *terugwerkende vastheid* overwonnen. Zullen eenige elementen van het staafje gerekt, andere gelijktijdig samengedrukt worden, zoodat zij daardoor hun samenhang verliezen, zooals dit door buiging en wringing geschieden kan, dan ondervinden die buigende en wringende krachten de tegenwerking der *relatieve* en der *wringingsvastheid*. Grijpen eenige krachten het staafje zoodanig aan, dat een afschuiving van een gedeelte van het houtweefsel moet plaats vinden, dan doet de *afschuivingsvastheid* zich gelden.

De draadrichting van 't hout kan al dan niet samenvallen met de lengterichting van 't staafje; al naar de ligging der vezels zal de weerstand, die het staafje aan de verbrijzeling biedt, hoe dan ook de krachten, die dit beoogen, mogen werken, hetzij bijv. trekkend, hetzij afschuivend, ook verschillend zijn. Wij komen op dit feit weldra terug.

Ten einde de vastheid van verschillende houtsoorten onderling te kunnen vergelijken, bepaalt men bij het onderzoek daarvan de kracht, die vereischt wordt om een staafje van 1 $mM.^2$ doorsnede te breken, en drukt deze dan uit in kilogrammen. Het getal, dat aangeeft hoeveel kilogrammen voor de verbrijzeling gevorderd worden, noemt men den *vastheids-coëfficiënt* [1]).

---

1) Men kan natuurlijk ook de kracht aangeven, die voor de verbrijzeling van 't proefstaafje noodig is, zoo dit een doorsnede heeft van 1 cM^2. Elke coëfficiënt wordt dan slechts 100 maal grooter dan voor de door ons aangenomen doorsnede. Daar de druk van een atmosfeer per cM^2. ongeveer 1 kilogr. bedraagt, drukt men de vastheid per cM^2,

Reeds vele jaren heeft men zich met het onderzoek van de vastheid, met de bepaling van vastheids-coëfficiënten der houtsoorten, bezig gehouden. De resultaten van de oudste onderzoekingen, die reeds uit de vorige of uit 't begin van onze eeuw dagteekenen, zijn evenwel zeer dikwijls niet vertrouwbaar en de verschillende gevolgtrekkingen weinig met elkaâr in overeenstemming. Daarom hebben voor ruim een dertigtal jaren CHEVANDIER en WERTHEIM, van wier onderzoekingen omtrent de veerkracht wij reeds melding maakten, ook van verschillende houtsoorten (uit de Vogezen) de vastheid bepaald, terwijl zij daarbij zooveel mogelijk met alle omstandigheden, die invloed op deze eigenschap konden uitoefenen, rekening hielden [1]. Hun arbeid, die op dit gebied zeer zeker nog de beste en volledigste is, werd sedert door dien van andere onderzoekers aangevuld; en zoo danken wij naast CH. en W. vooral aan BAUSCHINGER, MIKOLASCHEK, THURSTON, e. a. een meer nauwkeurige kennis van deze voor de praktijk zoo gewichtige eigenschap der houtsoorten.

In een kort overzicht zullen wij de door hen verkregen resultaten trachten weer te geven.

a. De *absolute vastheid* in de richting van den draad is, zooals uit de op bladz. 192 volgende tabel blijkt, zeer aanzienlijk, en veel grooter dan die in de richting der mergstralen (radiaal) of in die der jaarringen (tangentiaal). Wanneer men toch een staaf door uitrekkende krachten verbreken wil, moeten de vezels,

---

dan in *atmosferen* uit; verschillende onderzoekers uit den laatsten tijd geven aan deze wijze van uitdrukking de voorkeur.

1) In hun *Mémoire*, etc. komt een historisch overzicht voor van de resultaten, die vóór hen door verschillende onderzoekers met betrekking tot de vastheid en andere eigenschappen der houtsoorten waren verkregen en worden uit eenige werken (o. a. MUSSCHENBROEK: *Introductio ad philosophiam naturalem*, 1762 — BUFFON: *Oeuvres de Buffon* — DUHAMEL DU MONCEAU: *Traité de la conservation et de la force des bois*, 1780 — enz.) verschillende punten aangehaald ten bewijze van de weinige overeenstemming der gevolgtrekkingen.

Zeer belangrijk is ook het, aan genoemd werk toegevoegd, tabellarisch overzicht van numerische data voor het specif. gewicht, de vastheid en de elasticiteit van verschillende houtsoorten, opgegeven door onderzoekers, die zich vóór 1850 in 't bijzonder met de bepaling der mechanische eigenschappen van 't hout hebben bezig gehouden.

zoo zij volgens de lengte der staaf geplaatst zijn, over een gansche dwarsche doorsnede doorgescheurd, of over grooter of kleiner lengte uit hun onderling verband gerukt worden [1]. Liggen evenwel de jaarringen of de mergstralen overlangs, dan zal het breken der staaf zeer vergemakkelijkt worden, voornamelijk, omdat er dan geen sprake meer is van de doorscheuring van een zeer groot aantal vezels, of van hun uiteenrukking (waarbij een groote wrijvingsweerstand moet overwonnen worden).

Bovendien zal, in 't geval dat de mergstralen zich in de lengterichting van 't staafje bevinden, de ringvormige bouw — de aanwezigheid van wijde vezels met weinig verdikte wanden en meestal van een groot aantal vaten in de eerste lagen van het voorjaarshout — een scheiding in sommige dwarsche doorsneden zeer gemakkelijk maken. En loopen de jaarringen volgens de lengterichting, dan zijn er in verschillende dwarsche doorsneden mergstralen aanwezig, wier weinig verdikte cellen onderling en met de omliggende houtvezels zeer geringen samenhang bezitten.

Chevandier en Wertheim meenden dan ook uit hun gansche reeks van waarnemingen het besluit te mogen trekken, dat, *indien men de absolute vastheid in de draadrichting van het hout gelijk aan de eenheid stelt, diezelfde vastheid in de richting der mergstralen* (*radiaal*) = 0.163 *en in die der jaarringen* (*tangentiaal*) = 0.159. Hoewel voor de praktijk voornamelijk de absolute vastheid in de draadrichting van gewicht is, is ook de vastheid in daarop loodrechte richtingen niet van belang ontbloot; met een groote vastheid in radiale en tangentiale richting behoeft men niet te vreezen, dat door drukkende krachten, werkende in de draadrichting, het hout zeer spoedig zal splijten, enz.

Zooals men uit de tabel kan waarnemen, wisselt de absolute

---

1) Bij de bepaling van den coëfficiënt der absolute vastheid van vuren- en grenenhout nam Bauschinger vijf vormen van breuken waar, die hij onderscheidde als: *kurz stumpf* — *kurz*, *zackig* — *blätterig* — *faserig* en *langfaserig*. Bij laatstgenoemde breukvormen zijn de vezels grootendeels niet gescheurd, maar bundelsgewijze uit elkaar getrokken.

vastheid der meest gewone Europeesche houtsoorten nog al af; de gemiddelde vastheids-coëfficiënten zien wij evenwel zelden hooger stijgen dan 10 Kg. per mM². [1]). Zeer groote vastheid bezitten verschillende houtsoorten uit de tropen.

Verschillende omstandigheden, die wij reeds als van invloed leerden kennen op het specif. gewicht en de elasticiteit der houtsoorten, wijzigen ook in grootere of geringere mate de absolute vastheid eener bepaalde houtsoort.

In de eerste plaats het klimaat en de bodem, waarin het hout is gegroeid, en de stand van den boom tijdens den groei. Deze factoren zijn, zooals wij vroeger reeds meedeelden, van invloed op de breedte en den aard der jaarlijks gevormde houtlagen. Zijn zij oorzaak dat dichte, en, in verhouding tot den ganschen jaarring, breede herfsthoutlagen gevormd worden (bijv. naaldhout uit het Noorden, eikenhout uit zuidelijke streken) dan dankt het hout daaraan, naast een hoog specif. gewicht, een groote absolute vastheid.

Men meene daarom nog niet, dat direct met een grooter of kleiner specif. gewicht van het luchtdroge hout een meerder of minder absolute vastheid gepaard gaat. Dit is wel zeer dikwijls het geval, maar het is geen regel. Want behalve van het aantal vezels, dat op een gegeven dwarsche doorsnede voorkomt, zal de vastheid van het houten staafje — om nog eens tot dit voorbeeld onze toevlucht te nemen — zeer zeker nog wel afhangen van de wijze, waarop de vezels ten opzichte van elkaar zijn geplaatst, of zij elkaar omslingeren of recht gestrekt zijn, enz.; zeer zeker zal deze plaatsing van invloed zijn bij die staafjes, die na het bezwijken onder den invloed der trekkende krachten een „langdradige" breuk vertoonen (zie de noot op blz. 187).

Maar bovendien hangt het specif. gewicht van 't hout ook

---

1) Enkele proefstaven bezitten soms een zeer groote absolute vastheid. Zoo vinden wij bij BAUSCHINGER, de vastheids-coëfficiënt van een proefstaaf van vurenhout — splintgedeelte — opgegeven op niet minder dan 2450 atmosferen (= Kg. per cM².). BAUSCHINGER, *Mittheilungen*, enz. Tab. III.

af van den ouderdom van den boom en van de hoeveelheden der verschillende stoffen, die zich tijdens den groei tusschen en op de deeltjes der vezels afgezet hebben. Harsrijk grenenkernhout van oude boomen bijv., dat zeer zwaar is, bezit veel minder vastheid dan dat met een veel geringer harsgehalte, hetwelk van jongere grove dennen afkomstig is.

Ook de houtstof of lignine, die tijdens den groei de vezels verdikte, schijnt van invloed te zijn op de absolute vastheid. BAUSCHINGER [1]) vond, dat bepaaldelijk deze vastheid met het gehalte aan houtstof afnam; alle omstandigheden dus, die de vorming van lignine begunstigen, zullen waarschijnlijk de absolute vastheid van het hout verminderen.

Ook met de vermindering van het watergehalte neemt het specif. gewicht der houtsoorten af; maar CHEVANDIER en WERTHEIM kwamen tot het resultaat, dat meestal met de vermindering van het watergehalte de absolute vastheid vermeerderde. Wanneer dit gehalte door kunstmatige uitdroging evenwel tot op ongeveer 10 % daalt, vermindert de vastheid zoodanig, dat het hout zich tot geen proefnemingen ter bepaling der vastheid meer leent; het wordt broos.

Het jaargetijde, waarin de boomen geveld worden, schijnt volgens sommige onderzoekers invloed op de vastheid uit te oefenen; bij het vuren- en grenenhout werd van zulk een invloed op de absolute vastheid door BAUSCHINGER niets bespeurd, een resultaat, dat o. i. bij het naaldhout verwacht moet worden, omdat daar de afwisseling in het watergehalte in de verschillende maanden van het jaar betrekkelijk gering is. Want toch zal waarschijnlijk in dit wisselende watergehalte de eenige verklaring gezocht moeten worden voor den invloed van den vellingstijd op de absolute vastheid van het hout van sommige boomsoorten, gesteld dan dat een invloed waarlijk wordt uitgeoefend.

---

1) „Lignin", zegt BAUSCHINGER o. a. „scheint das Holz härter, spröder, widerstandsfähiger gegen Biegung zu machen, während die Zugfestigkeit durch Ligninbildung verringert wird." *Mittheilungen aus dem mechan.-techn. Laborat.* enz. Heft IX. blz. 19.)

Zal het bovenstaande reeds eenige opheldering geven omtrent het feit, dat de vastheids-coëfficiënten der houtsoorten, zooals die door voorname onderzoekers worden opgegeven, zeer veel verschillen — hetwelk ook duidelijk uit de tabel is waar te nemen, waarin wij voor dit doel de resultaten van verschillende proefnemingen opnamen, — uit de nu volgende regelen zal blijken, dat groote overeenstemming in de cijfers niet verwacht mag worden, omdat zelfs de absolute vastheid van het hout van eenzelfden stam afkomstig zeer weinig standvastig is.

Zoowel in de draadrichting, van de aan de wortels grenzende stamdeelen af, tot die in den top, als in daarop loodrechte richtingen, van het hart naar den omtrek der stammen, beweegt zich de absolute vastheid van het hout soms tusschen zeer ruime grenzen.

Mikolaschek komt door zijn proefnemingen tot het resultaat, dat het hout uit het benedengedeelte van een stam, naast een grooter elasticiteit, ook een grooter absolute vastheid bezit, dan dat, hetwelk van meer naar den top geplaatste deelen afkomstig is. Het takhout heeft nog geringer vastheid dan het laatstgenoemde. De waarnemingen van Chevandier en Wertheim komen daarmede goed overeen; in de meeste gevallen nam de vastheid van het hout af met de hoogteligging in den stam. Volgens Bauschinger oefende het bij de door hem onderzochte vuren en grenen stamdeelen weinig of geen invloed op de resultaten uit, of de proefstukken uit hoogere dan wel uit lagere deelen van een stam afkomstig waren [1]).

---

1) Wij moeten hieraan evenwel het volgende toevoegen.

De stamdeelen, die Bauschinger onderzocht, waren afkomstig van 90—100 jarige grove dennen en fijne sparren. De stammen waren 1½ Meter boven den grond afgezaagd; van elken stam werden twee op elkaâr volgende stukken genomen, die elk 3 Meter lang waren. B's onderzoekingen strekten zich dus slechts over een stamgedeelte van 6 Meter uit. Hij onderzocht zoowel splint als kernhout of rijphout. Mikolaschek nam zijn proefstukken slechts uit het kern- of rijphout, en niet alleen uit het benedendeel der stammen, die zoowel van loofboomen als van naaldboomen afkomstig waren, maar ook uit een hoogte van 6, 8 of 10 Meter boven den grond. Ook Chevandier en Wertheim onderzochten verschillende stammen over hun gansche lengte.

Ook in de richting van den mergkoker naar de schors heerscht geen standvastigheid in de absolute vastheid. In de meeste gevallen neemt zij toe in die richting; de meening, die men dikwijls hoort verkondigen, dat kernhout altijd vaster is dan splint, wordt door vele onderzoekingen gelogenstraft. Die van Bauschinger bijv. brengen duidelijk aan 't licht, dat het kernhout van den groven den en het rijphout van den fijnen spar veel minder vastheid bezit dan het splintgedeelte dier boomen [1]). Bij het stamhout van vele loofboomen, mits deze niet te hoogen ouderdom hebben bereikt [2]), wordt eveneens een vermeerdering der absolute vastheid van het merg naar de schors waargenomen; zoo, volgens de onderzoekingen van Chevandier en Wertheim bij den acacia, ahorn, beuk, els, esch, haagbeuk, enz.

Alles te zamen genomen, zal men, bovendien wetende, dat de doorsnede der proefstukken, die aan 't onderzoek worden onderworpen, in den regel slechts zeer klein zijn (die van Bauschinger bijv. 2—4 cM^2.), in de nu volgende tabel, behelzende eenige coëfficiënten der absolute vastheid volgens opgaven van verschillende onderzoekers, zeer weinig overeenstemming in de cijfers kunnen verwachten.

---

1) Deze vastheidsvermeerdering gaat in de meeste gevallen gepaard met een vermeerdering van het specif. gewicht — een gevolg van de dichte en relatief breede herfsthoutlagen in de buitenste jaarringen der genoemde houtsoorten.

2) Het hout van eikenstammen en dat van een beuk maakten bij de onderzoekingen van Chevandier en Wertheim een uitzondering op den regel, dat het splint een grooter absolute vastheid bezit dan het kernhout. Deze stammen waren evenwel op een resp. 94, 164 en 95 jarigen leeftijd geveld, terwijl al de overige, behalve een berkenstam, een ouderdom hadden bereikt van 21 tot 61 jaren. De uitzondering bestond daarin, dat de vastheid wel aanvankelijk in radiale richting naar de schors toenam, maar op een afstand van den mergkoker, die ongeveer gelijk was aan $^1/_6$ gedeelte van de middellijn, had het hout zijn maximum van vastheid bereikt en verminderde deze van daar, in de richting naar de schors, zoodanig, dat zij in de nabijheid daarvan zelfs geringer was dan in 't hart van den stam. Uit deze feiten meenen genoemde onderzoekers dan ook het besluit te mogen trekken, dat *bij oude kernhoutboomen* (bij *oude* beuken vormt zich kernhout), met de verandering in den toestand van het houtweefsel (overgang tot kernhout), tevens een omkeer in het verloop der vastheid plaats grijpt, terwijl dit bij andere, met name bij naaldboomen (ook die van het geslacht Pinus? — kernboomen) en splint-

Houtsoort.	In de draadrichting [1]).	Dwarsdraads.	
		Radiaal.	Tangentiaal.
acaciahout (Rob. Pseudoac. L.)	7.93 (CH. en W)	—	1.23 (CH. en W.)
beukenhout (Fag. sylvat. L.) .	3.57 „	0.88 (CH. en W.)	0.75 „
„ „	3.64 (M.)	—	—
dennenhout (Ab. pectin. D.C.)	4.18 (CH. en W.)	0.22 „	0.30 „
„ „	7.13 (M.)	—	—
eikenhout (Q. sessilifl. Sm.). .	5.66 (CH. en W.)	0.58 „	0.41 „
„ „	4.66 (M.)	—	—
eschdoornh. (Acer Pseudopl. L.)	6.16 (CH. en W.)	0.52 „	0 61 „
„ „	5 39 (M.)	—	—
esschenh. (Frax. excels. L.) .	6.78 (CH. en W.)	0.22 „	0.41 „
grenenhout (Pin. sylv. L.). .	2.48 (CH. en W.)	0.26 (CH. en W.)	0.12 (CH. en W.)
„ „	4.27 (M.)	—	—
„ „	9.00 splint } (B.)	—	—
	2.60 kernh. } (B.)	—	—

boomen, wier houtweefsel in de centrale ringlagen steeds dezelfde kleur vertoont en hetzelfde watergehalte bezit als in de peripherische, niet geschiedt.

De juistheid dezer gevolgtrekking dient evenwel o. i. door nadere onderzoekingen gestaafd te worden.

1) Deze coëfficiënten zijn gedeeltelijk afkomstig van CHEVANDIER en WERTHEIM (CH. en W.) gedeeltelijk van MIKOLASCHEK (M.) en van BAUSCHINGER (B.).

CH. en W's coëfficiënten zijn grootendeels gemiddelde waarden, welke door onderzoeking van hout van verschillende boomstammen van dezelfde soort verkregen en op een watergehalte van 20 % gereduceerd zijn. M's materiaal bestond uit de centrale houtlagen van verschillende boomstammen; zijn getallen hebben betrekking op luchtdroog kernhout, of zooals bij vurenhout, op rijphout. Het watergehalte van B's proefstukken wisselde af tusschen 12 en 25 %.

Die coëfficiënten, welke door oudere onderzoekers, bijv. door LAVES (*Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königr. Hannover*, 1836, *Liefer.* 11. Zie: NÖRDLINGER, *die techn. Eig.* blz. 389 e. v.) gevonden werden, komen ons veel te hoog voor. KARMARSCH, gebruikte deze, naar wij meenen, ter samenstelling van zijn vastheidstabel, zoodat de door hem aangegeven coëfficiënten veel hooger zijn dan de bovenstaande; volgens zijn opgaven (*Handb. der Mech. Techn.*, 5[te] *Aufl.* — blz. 613) varieert de absolute vastheid (in de draadrichting) van

beukenhout, tusschen 1.11 en 15.27 (15.29 volgens LAVES),
dennenhout „ 1.11 „ 10.48 (10.50 „ „),
eikenhout „ 2.23 „ 14.51 (14.53 „ „),
esschenhout „ 5.22 „ 12.10 (12.12 „ „), enz

Houtsoort.	In de draadrichting.	Dwarsdraads. Radiaal.	Dwarsdraads. Tangentiaal.
haagbeukenh. (Carp. betul. L.)	2.99 (CH. en W.)	1.01 „	0.61 „
„ „	6.17 (M.)	—	—
ijpenhout (Ulm. camp. L.) . .	6.99 (CH. en W.)	0.34 „	0.37 „
„ „	4.50 (M.)	—	—
lindenhout (Til. parvif. L.) . .	3.08 „	—	—
populierenh. (Pop. tremula L.)	7.2 (CH. en W.)	0.17 „	0.41 „
„ „	2.83 (M.)	—	—
vurenhout (Ab. excelsa Lam.)	3.74 „	—	—
„ „	9.13 splint / 3.18 rijph. (B.)	—	—
wilgenhout (Sal. Caprea L.). .	2 72 (M.)	—	—

De elasticiteits-coëfficiënt (bij rekking) neemt met dien der absolute vastheid toe en af. Uit de onderzoekingen van BAUSCHINGER blijkt evenwel ten duidelijkste, dat dit niet in dezelfde verhouding geschiedt. Bij een grenen stam bijv. verhielden zich de vastheids-coëfficiënten van het kernhout en 't splint tot elkaar als 1 : 5.7, de elasticiteits-coëfficiënten in genoemde stamdeelen, als 1 : 2.3; eveneens werd bij vurenstammen de verhouding 1 : 4 en 1 : 2.5 voor de vastheids-coëfficiënten en voor die der elasticiteit 1 : 2.5 en 1 : 2.1 gevonden. Dat ook MIKOLASCHEK hetzelfde verband tusschen elasticiteit en absolute vastheid vond bij zijn onderzoekingen, werd vroeger reeds vermeld.

b. De *terugwerkende vastheid* van 't hout is volgens de meeste onderzoekingen geringer dan de absolute vastheid.

Zij hangt van dezelfde omstandigheden af, als die, welke wij van invloed op de absolute vastheid leerden kennen.

Volgens de draadrichting kan 't hout den meesten weerstand aan drukking bieden [1]); de coëfficiënten der terugwerkende vast-

1) Volgens NÖRDLINGER bevinden zich bij enkele, voornamelijk bij twee voor de wagenmakerij belangrijke houtsoorten, ijpen- en hickoryhout, de vezels of vezelbundels, bij een drukking loodrecht op den draad, niet alle onder denzelfden druk. Bij de bepaling der

heid zijn voor deze richting meermalen grooter dan die, in een daarop loodrechte, 't zij in een radiale, 't zij in een tangentiale richting. Niet voor alle houtsoorten zijn de verschillen tusschen de coëfficiënten in de drie genoemde richtingen gelijk of nagenoeg gelijk. Dit is een direct gevolg van het verschil in anatomischen bouw; en het behoeft geen betoog, dat bijv. bij naaldhout met wijde, weinig verdikte vezels in 't voorjaarshout, de terugwerkende vastheid in de richting der mergstralen met betrekking tot die in de draadrichting, veel geringer zal zijn dan bij de loofhoutsoorten, met vaten van kleine doorsnede, die regelmatig door het houtweefsel zijn verspreid; eveneens zullen wij bij deze loofhoutsoorten een gunstiger verhouding tusschen de vastheids-coëfficiënten in genoemde richtingen mogen verwachten, dan bij die, met groote, ringsgewijze in 't voorjaarshout geplaatste, vaten. De gegrondheid hiervan blijkt, wanneer men de gemiddelde waarden dezer coëfficiënten voor de aangewezen houtgroepen opmaakt en met elkander vergelijkt:

bij de naaldhoutsoorten verhouden zich de coëfficiënten in de draadrichting tot die in radiale richting gemiddeld . . . . als 1 : 0.12;
bij de loofhoutsoorten met ringsgewijze geplaatste vaten . . . . als 1 : 0.20;
en bij die met regelmatig door de jaarringen verspreide vaten . . . . als 1 : 0.28.

De volgorde dezer houtgroepen wordt eenigszins gewijzigd, wanneer men haar baseert op de verhouding tusschen de coëfficiënten in de draadrichting en in tangentiale richting; dit is aan den invloed van de kromming der jaarringen toe te

---

vastheids-coëfficiënten volgt bij een zekere belasting, bij deze houtsoorten een samendrukking van 't proefstaafje — maar geen verbrijzeling. Om daartoe te geraken moet de belasting soms aanzienlijk worden vermeerderd. Bij de eerste belasting bezwijken wel enkele vezels of vezelbundels, maar door de samendrukking van 't staafje komen andere bundels in werking, die wel in staat zijn om weerstand te bieden aan den druk dezer belasting. *Druckfestigkeit des Holzes von Forstrath dr.* NÖRDLINGER *zu Tübingen* in het *Centralblatt für das gesammte Forstwesen.* 1882, blz. 281.

schrijven, waardoor een juiste bepaling van de coëfficiënten in tangentiale richting zeer moeielijk wordt:
bij de naaldhoutsoorten verhouden zich de coëfficiënten in de draadrichting tot die in tangentiale richting als 1 : 0.12;
bij de loofhoutsoorten met regelmatig verspreide vaten. . . . . als 1 : 0.19;
en bij die met ringsgewijze geplaatste vaten als 1 : 0.21 [1]).

Dat overigens de bouw van 't hout van grooten invloed is op den weerstand, dien het tegen samendrukking bieden kan, blijkt uit het feit, dat door de minste onregelmatigheid in het weefsel eener houtsoort, zooals de aanwezigheid van zeer kleine kwasten, die weerstand in hooge mate verminderd wordt.

Ook de bestanddeelen van 't houtweefsel kunnen, volgens enkele onderzoekingen, wijziging brengen in de terugwerkende vastheid der houtsoorten. Een groote hoeveelheid hars bijv., opeengehoopt in het kernhout van sommige naaldhoutsoorten, is oorzaak van een zeer geringe vastheid. Een groot watergehalte heeft eveneens een zeer nadeeligen invloed op de terugwerkende vastheid. Zoowel Bauschinger als Nördlinger namen bij een vermindering van dit gehalte een vermeerdering der vastheid waar [2]).

---

1) Wanneer men uit de coëfficiënten voor de terugwerkende vastheid van verschillende loof- en naaldhoutsoorten, de gemiddelde waarden der coëfficiënten voor de drie genoemde richtingen opmaakt, blijkt, volgens Nördlinger, dat

de coëfficiënt in de draadrichting = 4.37 Kg. (per mM^2.)
" " " " radiale richting = 0.89 " "
" " " " tangentiale richting = 0.79 " "

De gemiddelde waarden voor vijf naaldhoutsoorten (dennen-, grenen-, lorken-, vurenhout, hout v. d. Weymouthspijn) in deze drie richtingen zijn:

4.21 Kg., 0.49 en 0.50 Kg.;

voor loofhoutsoorten met ringsgewijze geplaatste vaten (bijv. hout van Ailanthus glandulosa Desf., van Quercus rubra L. en van den acacia):

5.10 Kg., 1.00 en 1.17 Kg.;

voor de overige loofhoutsoorten (bijv. eschdoornhout, dat van Acer dasycarpum L. elzen-, haagbeuken-, plataan- en populierenhout):

4.14 Kg., 1.16 en 0.79 Kg.

2) Bauschinger (*Untersuchungen*, blz. 14) liet uit twee stammen van fijne sparren en uit één van den groven den zes proefstaafjes vervaardigen, twee uit elken stam en

In verschillende deelen van eenzelfden stam heeft het hout ook een verschillende terugwerkende vastheid. In 't hart der boomen is door de aanwezigheid van een mergkoker, door een onregelmatig verloop der jaarringen enz. de vastheid van 't hout soms al zeer gering. Naar den omtrek der stammen neemt zij met het specifieke gewicht van het luchtdroge hout af of toe. Volgens BAUSCHINGER [1]) hebben kernstukken van vuren- en grenenstammen gewoonlijk geringer terugwerkende vastheid dan andere, welke meer in de nabijheid der schors van den stam genomen zijn. Deze regel geldt voor het stamhout van alle naaldboomen, die in gesloten stand gegroeid zijn en in wier centrale deelen geen hars wordt afgezet [2]).

Bij het stamhout der loofboomen, uit een gesloten stand afkomstig, wordt de grootste terugwerkende vastheid waargenomen op eenigen afstand van het hart.

Wat de vastheid in hoogere of lagere stamdeelen betreft, komen de verschillende onderzoekers, allen tot hetzelfde resultaat; de vastheid in de benedendeelen der stammen is, hoewel somtijds zeer weinig, toch altijd grooter dan die in de meer

---

bepaald uit deelen die in elkaars onmiddellijke nabijheid lagen. Van elk paar staafjes werd er één in den groenen toestand, één, na snelle kunstmatige droging onderzocht. De uitkomsten waren als volgt:

1ste paar.	Staafje	van	vurenhout	met	20 %	watergehalte.	Terugw.	vastheid	= 226	atmosf.
	"	"	"	"	10.4 %	"	"	"	= 317	"
2de paar.	"	"	"	"	21.5 %	"	"	"	= 211	"
	"	"	"	"	10.7 %	"	"	"	= 303	"
3de paar.	"	"	grenenhout	"	18.0 %	"	"	"	= 338	"
	"	"	"	"	10.3 %	"	"	"	= 397	"

1) „. . . . . . diess letztere, nämlich, dass die Kernstücke eine geringere Festigkeit haben, als die Seitenstücke, (trifft) durchweg zu; in Uebereinstimmung mit den Resultaten der Zugversuche, nur dass der Unterschied hier, des grösseren Querschnitts der Probestücke halber, nicht so auffallend ist als dort." (BAUSCHINGER, *Untersuchungen*, blz. 21). De stukken voor de bepaling der absolute vastheid hadden een doorsnede van circa 4 × 1 cM., voor die der terugwerkende vastheid evenwel een van ca. 9 × 9 cM.

2) Volgens NÖRDLINGER. *Centralbl. f. d. ges. Forstw.*, 1882. blz. 292. Het kernhout van een *lork*, was door de aanwezigheid van een niet te groote hoeveelheid hars, aanzienlijk vaster dan het splint.

naar den top geplaatste deelen [1]). MIKOLASCHEK bevond, dat het kernhout der takken de grootste terugwerkende vastheid bezat [2]).

De terugwerkende vastheid van het hout schijnt in verband te staan met het jaargetijde, waarin de boom is geveld. BAUSCHINGER toch kwam door zijn onderzoekingen tot de ontdekking, dat het hout van in den winter gevelde stammen van den groven den en den fijnen spar, een grootere mate van terugwerkende vastheid bezat dan dat, hetwelk van in den zomer gevelde stammen afkomstig was. Wordt deze vastheid van het in den zomer gewonnen grenenhout en vurenhout = 1 gesteld, dan is die voor het winterhout = 1.35 (bij grenenhout) en = 1.18 (bij vurenhout) [3]). Ten opzichte van de loofhoutsoorten is ons van een dergelijk verband niets bekend, daar onderzoekingen dienaangaande ontbreken.

De volgende tabel moge nu een klein overzicht geven van de waarde der terugwerkende vastheid bij verschillende houtsoorten, volgens de richting van den draad. Het zal na het voorgaande duidelijk zijn, waarom ook hier weder in de vastheidscoëfficiënten (Kg. per mM.^{2}) door verschillende onderzoekingen verkregen, weinig overeenstemming wordt aangetroffen.

1) Volgens NÖRDLINGER, (*Centralbl.* 1882, blz. 292) ligt het maximum der terugwerkende vastheid van 't stamhout der loofboomen, die in gesloten stand groeiden, „ein oder einige Meter über dem Boden," bij naaldboomen, uit gesloten stand, „in einiger Höhe über dem Boden."

2) MIKOLASCHEK, *Untersuchungen*, blz. 15.

3) Bij 10% watergehalte bedroeg de gemiddelde terugwerkende vastheid voor het stamhout van twee grove dennen die in Augustus 1881 waren geveld 3.73 Kg. per mM^2; het hout van twee andere stammen, van dezelfde standplaats, maar in den daarop volgenden winter (December) geveld, en overigens onder dezelfde voorwaarden onderzocht, bezat een vastheid van 5.04 Kg.

Het luchtdroge stamhout van zes paar fijne sparren van drie verschillende standplaatsen afkomstig, en voor de helft in Augustus, voor de helft in December geveld, had een gemiddelde terugw. vastheid als volgt:

het hout van de eerste standpl. des zomers geveld: 3.35 Kg. — des winters geveld: 3.93 Kg.
„ „ „ „ tweede „ „ „ „ 3.79 „ — „ „ „ 3.83 „
„ „ „ „ derde „ „ „ „ 2.22 „ — „ „ „ 2.98 „

BAUSCHINGER. *Untersuchungen*, Tab. IV.

Houtsoort.	In de draadrichting.		
acaciah. (Rob. Pseudac. L.) .	5.07 – 6.90 (NÖRDL.)[1]	—	—
beukenh. (Fag. sylv. L.) . .	4.72—7.07 „	3.86 (MIKOLAS.)	—
dennenh. (Ab. pectin. D. C.)	3.67—6.66 „	3.12 „	—
eikenh. (Q. sessil. Sm.) . .	3.18—6.28 „	2.58 „	—
„ („ peduncul. Ehrh.)		3.64 „	—
eschdoornh.(AcerPseudopl.L.)	3.61—5.44 „	2.73 „	—
esschenh. (Frax. excels. L.) .	3.52—5.07 „	—	—
grenenh. (Pinus sylvestr. L.)	3.00—5.81 „	3.02 „	4.38 (BAUSCH.)
haagbeukenh. (Carp. betul. L)	3.97—5.43 „	2.72 „	—
hickoryh. (Carya alba Mill.).	5.18—6.71 „	—	—
ijpenh. (Ulm. camp. L.) . .	3.99—5.37 „	2.37 en 3.26 „	—
lindenh. (Tilia parvif. L.). .	3.00—4.61 „	1.01 „ 2.44 „	—
populierenh. (Pop. tremula L.)	3.38—4.40 „	2.10 „	—
vurenh. (Ab. excelsa Lam.) .	2.98—5.87 „	2.97 „	3.35 „
wilgenh. (Sal. alba L.). oud	2.82—3.19 „	—	—
wilgenh. (Sal. alba L.). jong	3.99—5.05 „		

Dat de houtsoorten een verschillende terugwerkende vastheid bezitten, wordt in de praktijk ook niet uit 't oog verloren; pooten onder zware kasten maakt men geenszins van zachte houtsoorten met een geringe terugwerkende vastheid.

Pooten van fauteuils of stoelen worden minder om samendrukking dan wel om knikking of doorbuiging te voorkomen, van niet te geringe dikte in verhouding tot de lengte vervaardigd.

Omtrent dit doorbuigen van houten, vertikaal geplaatste stangen, wier lengte een zeker veelvoud van hun dikte is, onder den invloed van in de richting der lange as drukkende krachten, zijn door NÖRDLINGER eenige onderzoekingen gedaan,

1) De coëfficiënten van NÖRDLINGER hebben betrekking op luchtdroog hout. N. onderzocht zoowel splint als kernhout van verschillende deelen, *van verschillende stammen eener boomsoort*, en stelde uit al zijn onderzoekingen de bovenstaande grenswaarden te zamen. BAUSCHINGER en MIKOLASCHEK gebruikten voor deze onderzoekingen dezelfde stamdeelen als voor de bepalingen der absol. vastheids-coëfficiënten (zie de noot op blz. 190).

waarvan de resultaten hier gevoegelijk kunnen meegedeeld worden.

De bouwkundigen maken in den regel houten stijlen niet langer dan 8 à 10 maal de kleinste afmeting der dwarsche doorsnede. Stijlen van naaldhout kunnen volgens NÖRDLINGER evenwel 12—15 maal langer dan dik zijn, zonder dat zij, zelfs bij een belasting, die samendrukking van het houtweefsel veroorzaakt, eenigermate uitbuigen. Dit geschiedt eerst, wanneer de verhouding der lengte- en dikteafmetingen ongeveer als 1 : 18 wordt. Stijlen van enkele loofhoutsoorten, zooals berkenhout, populieren-, linden-, elzenhout, worden zonder buigen samengedrukt, wanneer die verhouding ongeveer 1 : 7 à 11 bedraagt; van alle andere loofhoutsoorten worden staven nooit samengedrukt, zonder dat zij meer of minder buigen, zelfs wanneer de lengte slechts het vijf-, vier- ja, het tweevoud der dikte bedraagt. Wij verzuimen evenwel niet er op te wijzen, dat men in deze resultaten geen aanleiding behoeft te vinden, om die houtsoorten voortaan minder algemeen toe te passen; de buiging der staven heeft toch eerst plaats eenige weinige oogenblikken voor hun geheele vernietiging door samendrukking [1]).

Ten slotte kan de volgende mededeeling nog haar nut hebben. BAUSCHINGER komt door zijn onderzoekingen, betreffende vuren- en grenenhout tot het besluit, dat, wanneer men de gemiddelde hoedanigheid van stamhoutsoorten, welke dan ook, onderling wenscht te vergelijken, dit het best kan geschieden door de vergelijking hunner terugwerkende vastheid; allerlei vragen, omtrent den invloed der standplaats, der vellingstijd, e. d. op de qualiteit der houtsoorten, kunnen, volgens hem, het eenvoudigst en met de meeste zekerheid door middel van drukproeven worden opgelost [2]).

---

1) NÖRDLINGER vond, dat verschillende staven van eenzelfde loofhoutsoort niet altijd bij eenzelfde verhouding van lengte en dikte, onder overigens gelijke omstandigheden, bogen, en schrijft dit toe aan een verschil in het watergehalte van het hout. *Centralbl. f. d. ges. Forstwesen* 1882. bl. 288.

2) B. (*Untersuchungen*, blz. 23) slaat voor om op drie plaatsen, ter borsthoogte,

c. De *relatieve vastheid.* Wanneer op een houten staafje krachten zoodanig aangrijpen, dat het buigt — het kan bijv. aan de einden bevestigd en in 't midden sterk belast zijn — dan worden de vezels aan de holle zijde samengedrukt, aan de bolle zijde uitgerekt. Zijn de buigende krachten zóó groot, dat bij de buiging de elasticiteitsgrens wordt overschreden dan worden de gedrukte vezels weldra te zamen geschoven of ineengedrukt; toch behoeft het staafje nog niet te bezwijken onder de werking der krachten, daar nog de gerekte vezels aan de convexe zijde stand kunnen houden; het bezwijkt eerst dan, wanneer bijv. de werking van grootere krachten ook het scheuren der gerekte vezels ten gevolge heeft. De relatieve vastheid, die zich bij deze krachtswerking doet gelden, is niet alleen wegens het groote gewicht voor de praktijk, maar ook, omdat dit onderzoek weinig moeielijkheden aanbood, reeds door enkelen der eerste onderzoekers van de technische eigenschappen der houtsoorten, bepaald.

De uitkomsten van onderzoekingen uit den lateren tijd, van Nördlinger, Mikolaschek en Bauschinger, doen weer ten duidelijkste zien, dat de relatieve vastheid van het hout afhangt van de standplaats van den boom, van den bodem, waarin deze groeide, kortom, van dezelfde omstandigheden, die wij van invloed leerden kennen op de reeds behandelde eigenschappen. Evenals zulks bij de absolute en terugwerkende vastheid het geval is, wordt ook met de vermeerdering of vermindering van het specifiek gewicht de relatieve vastheid van een of andere houtsoort meer of minder aanzienlijk, en evenals ten opzichte van het specif. gewicht vertoont zich deze vastheid ten opzichte van de veerkracht. Gemiddeld bezit het

---

in 't midden en aan 't kopeinde, uit een stam, waarvan de hoedanigheid moet bepaald worden, schijven van 15 cM. dikte te zagen, deze dadelijk, om het scheuren te voorkomen, door twee diametrale zaagsneden in 4 gelijke sectoren te verdeelen en daaruit prismatische proefstaven van 15 bij 8×8 of 10×10 cM. te vervaardigen. Deze staven, gemakkelijk en met niet te groote kosten te verkrijgen, worden dan op hun terugw. vastheid onderzocht.

takhout van een boom de grootste, en dat uit het benedendeel der stammen de geringste relatieve vastheid [1]).

Een invloed van den vellingstijd werd, ten minste bij vuren en grenen stammen, niet waargenomen [2]).

Volgens DUHAMEL DU MONCEAU [3]) dragen vierkant behakte en horizontaal geplaatste balken meer, wanneer de jaarringen een vertikalen, dan wanneer zij een horizontalen stand innemen; men zal er daarom immer naar moeten streven, om de balken in zoodanigen stand te plaatsen, dat de jaarringen, op de kopvlakken gezien, in dezelfde richting loopen als de buigende krachten zullen werken. NÖRDLINGER [4]) meent zeer terecht, dat deze onderzoekingen evenwel herhaald moeten worden, omdat de proefstaven van DUHAMEL wel alle dezelfde dwarsche doorsnede, maar niet alle dezelfde hoogte en breedte hadden, wat toch voor vergelijkende buigingsproeven noodzakelijk is. Hij zelf vond het onderscheid tusschen de relatieve vastheid van espen balken, met bij het onderzoek vertikaal en horizontaal geplaatste jaarringen uiterst onaanzienlijk; de coëfficiënt voor den balk met staande jaarringen bedroeg toch 8.57 (Kg. per $mM.^2$) voor dien met liggende jaarringen 8.37.

Niet onbelangrijk achten wij hier de mededeeling van eenige uitkomsten van proeven, door BARLOW [5]) verricht, ten einde den invloed te leeren kennen van enkele dikwijls gevolgde bereidingswijzen van houtsoorten, op hun relatieve vastheid. Zijn onderzoekingsmateriaal bestond uit eiken balken, die, uit eenzelfden stam gezaagd, elk 1.83 M. lang waren en een dwarsche doorsnede van 25 $cM.^2$ hadden. Deze balken werden langs den natuurlijken weg in loodsen gedroogd; enkele

---

1) MIKOLASCHEK. *Untersuchungen*, blz. 20.

2) BAUSCHINGER. *Untersuchungen*, blz. 20.

3) *Du transport, de la conservation et de la force des bois.* Blz. 417 (Livre Cinqme, Chap. II). Paris, 1767.

4) *Die techn. Eigenschaften*, blz. 406.

5) *A treatise on the strength of timber, cast and malleable iron*, enz. door P. BARLOW. Blz. 158, § 109. London, 1851.

werden vooraf, gedurende korteren en langeren tijd met stoom, andere met kokend water uitgeloogd. Na 't drogen werd hun weerstand bepaald tegen de werking van buigende krachten.

De uitkomsten dezer proefnemingen vindt men in de volgende tabel.

Nummer der proeven.	Wijze van bereiding.	Duur der bereiding. Uren.	Gemiddelde belasting bij het breken. Kg.
1 en 2 . . .	In den natuurlijken toestand gedroogd.	—	303
3 „ 4 . . .	Gestoomd.	5	303
5 „ 6 . . .		10	278
7 „ 8 . . .	Met kokend water behandeld.	2	278
9 „ 10 . . .		4	278
11 „ 12 . . .		6	267
13 „ 14 . . .		8	290
15 „ 16 . . .		10	275

Deze onderzoekingen zijn evenwel uiterst onvolledig en het zou zeer gewenscht zijn, dat de door Barlow verkregen resultaten aan die van andere, nauwkeurige en op grooter schaal aangelegde proefnemingen konden worden getoetst. Men zou toch allicht uit het bovenstaande het gevolg kunnen trekken, dat het uitstoomen — het dikwijls gedurende 60 tot 80 achtereenvolgende uren uitloogen van hout, door stoom van lage drukking, vóór het drogen, hoofdzakelijk met het doel om het zoogenaamde „werken" van het hout te verminderen — een nadeeligen invloed op de vastheid van het hout uitoefent. Het tegendeel is, volgens de meeste technische schrijvers, het geval, en de resultaten eener kleine reeks van onderzoekingen, die evenwel ook niet door groote volledig-

heid uitmunten, en die, evenals de bovengemelde, van ouden datum zijn, zouden daarvan het bewijs leveren [1]).

Ten slotte moge ook hier weder een opgave van coëfficiënten der relatieve vastheid (Kg. per mM.[2]) van verschillende houtsoorten volgen.

Van CHEVANDIER en WERTHEIM stonden ons weinig gegevens ten dienste, omdat zij slechts de relatieve vastheid bepaalden van eiken- en dennenhouten stukken, van vorm en met afmetingen zooals ze in den handel voorkwamen.

---

1) In *Dingler's Polyt. Journal* Dl. 36 (Jaargang 1830) blz. 199, komt een verhandeling voor van A. STREICHER te Weenen, getiteld: „das Auslaugen des Holzes und seine Wirkung, enz. waarin o. a. over de relatieve vastheid van al dan niet uitgestoomd en gedroogd hout het volgende wordt meegedeeld. Ten einde de draagkracht van het niet bereide hout te vergelijken met het uitgestoomde, werden stukken van eiken-, ahorn-, beuken-, pereboomen-, linden- en vurenhout in vier gelijke deelen gesneden; twee er van werden voor het drogen uitgeloogd de twee andere in den natuurlijken toestand gelaten.

Deze staafjes (lengte 30 cM., dwarsche doorsnede ongeveer 6.3 cM.[2]) werden nu, horizontaal geplaatst, aan de einden bevestigd en in 't midden belast totdat het breken volgde. De resultaten waren:

Houtsoorten.	Belasting in Kilogr. bij het breken.	
	Niet uitgestoomd vóór 't drogen.	Uitgestoomd vóór 't drogen.
ahornhout	285	335
beuken „	312.5	377.5
eiken „	187.5	237.5
linden „	172.5	200
pereboomenhout	175	225
vurenhout	187.5	237.5

Hieruit blijkt, dat de staafjes van het uitgestoomde hout 50—75 Kg. meer konden dragen dan de niet uitgestoomde.

Houtsoorten.	In de draadrichting.			
acaciahout (Rob. Pseudac. L.) .	—	10.21—13.15 (NÖRDL.)	—	—
beuken „ (Fag. sylv. L.) . . .	—	6.56— 8.56 „	7.09 (MIKOLAS.)	—
dennen „ (Ab. pectin. D. C.) .	3.71— 6.19 (CHEV. en WERTH.)	—	4.38 „	—
eiken „ (Q. pedunc. Ehrh). .	4.60—10.43 „	—	6.18 „	—
„ „ (Q. sessil. Sm.) . . .	4.60—10.55 „	—	4.54 „	—
elzen „ (Aln. glutin. Gärtn.) .	—	—	3.72 „	—
esschen „ (Frax. excels. L.) . .	—	7.05— 8.58 „	—	—
grenen „ (Pin. sylv. L.) . . .	—	4.71— 5.97 „	3.27 „	4.61 (BAUSCH.)[1]
haagbeukenhout (Carp. betul. L.)	—	—	5.65 „	—
ijpenhout (Ulm. camp. L.). . .	—	9.90—11.73 „	4.38 „	—
lorken „ (Larix europ. D. C.) .	—	6.50— 9.95 „	4.70 „	—
vuren „ (Ab. excelsa Lam.). .	—	—	4.25 „	3.80 „
wilgen „ (Sal. Caprea L.) . . .	—	—	4.98 „	—

1) De proefbalken, die door BAUSCHINGER werden onderzocht, waren niet minder dan 3 M. lang en hadden een dwarsche doorsnede van 20 × 20 cM.

d. De *afschuivingsvastheid.* De weerstand tegen afscheren of tegen het verschuiven van een deel van een stuk hout, ten opzichte van de andere deelen, door de werking van uitwendige krachten, hangt af, al naar de richting waarin de afschuiving plaats heeft, òf van den zijdelingschen samenhang der vezels en vaten (afschuiving in de draadrichting), òf van den samenhang der vezel- en vatdeeltjes (afschuiving dwarsdraads). Daar de samenhang der vezels en vaten onderling veel geringer is dan die der vezel- en vatdeeltjes, is ook de weerstand tegen afschuiving in de draadrichting veel geringer dan in daarop loodrechte richtingen; bovendien zal ook de afschuiving in het laatste geval door den geringeren weerstand tegen samendrukking zeer worden bemoeielijkt.

In de volgende tabel vindt men de bevestiging van het zooeven medegedeelde. De getallen stellen ook hier weer de grootte van de kracht voor, uitgedrukt in kilogrammen, die ter overwinning van den afschuivingsweerstand, per mM.² doorsnede gevorderd wordt.

Houtsoorten.	In de draadrichting.	Dwarsdraads.
beukenhout (Fag. sylv. L.) .	0.81 (MIKOLASCH.)	3.91 (MIKOLASCH.)
dennen „ (Ab. pectin. D. C.)	0.31 „	2.73 „
eiken „ (Querc. sessil. Sm.)	0.71 „	1.91 „
„ „ (Querc. ped. Ehrh.)	0.92 „	3.50 „
elzenhout (Aln. glut. Gärtn.)	0.57 „	2.29 „
grenen „ (Pin. sylv. L.) . .	0.32 „	2.14 „
„ „ „	0.91 (BAUSCHING.)	—
haagbeukenh. (Carp. bet. L.)	0.72 (MIKOLASCH.)	3.10 „
ijpenhout (Ulm. camp. L.) .	0.61 „	2.71 „
linden „ (Til. parvif. L.). .	0.41 „	2.37 „
lorken „ (Larix eur. D. C.)	0.43 „	2.47 „
vuren „ (Ab. exc. Lam.) .	0.51 „	2.59 „
„ „	0.84 (BAUSCHING.)	—
wilgen „ (Sal. Caprea. L.) .	0.69 (MIKOLASCH.)	2.26 „

Men vindt in de tabel in hoofdzaak slechts de resultaten der proefnemingen van een enkelen onderzoeker, omdat de afschuivingsvastheid van het hout, als voor de praktijk van

minder belang zijnde, nog slechts door weinigen de moeite van een onderzoek werd waardig gekeurd. Meerdere onderzoekingen daaromtrent zouden ons evenwel een juister inzicht in andere technische eigenschappen van het hout kunnen verschaffen.

Bij de proeven, door BAUSCHINGER genomen, bleek, dat de weerstand tegen afschuiving (in de draadrichting en radiaal) onafhankelijk was van de breedte der jaarringen. En wat het verloop der vastheid betreft van het centrum naar den omtrek van een stam, nu eens nam zij van den kern naar het splint aanhoudend toe, dan weer was de vastheid in de nabijheid van het splint zelfs geringer dan in 't hart van den stam. Van regelmaat kan dus in dit verloop, ten minste bij hout van vuren- en grenen stammen, geen sprake zijn.

BAUSCHINGER kon geen invloed bespeuren van de hoogteligging van 't hout in den stam op deze vastheid. MIKOLASCHEK deelt daarentegen mede, dat die vastheid, loodrecht op de draadrichting, van takhout 't geringst is, en het hout uit 't middengedeelte der stammen nu eens grooter dan weer geringer vastheid vertoonde dan dat, hetwelk uit de worteleinden afkomstig was; volgens het radiale vlak onderzocht, bood 't hout uit de middendeelen der stammen den grootsten weêrstand tegen afschuiving.

In overeenstemming met 't geen daaromtrent bij de terugwerkende vastheid werd vermeld, vindt BAUSCHINGER een verschil in de afschuivingsvastheid van 't hout, al naar dat het van stammen afkomstig is, die in den zomer dan wel des winters zijn geveld. Zooals uit de volgende tabel blijkt, is het gevonden verschil nog al aanzienlijk.

Houtsoorten.	Gem. afschuivingsvastheid van 't luchtdroge hout. Kg. per mM².	
	Zomervelling.	Wintervelling.
1. grenenhout . .	0.74	1.08
2. vurenhout . . .	0.90	1.07
3. „ . . .	0.84	0.99
4. „ . . .	0.54	0.68

De stammen, die het hout opleverden voor de proeven, waarvan het resultaat onder 1 vermeld is, waren natuurlijk alle van eenzelfde standplaats afkomstig; eveneens die voor de proeven sub 2, 3 en 4.

Wordt dus de afschuivingsvastheid van 't stamhout van in den zomer gevelde grove dennen en fijne sparren = 1 gesteld, dan bedraagt zij gemiddeld, volgens B's onderzoekingen bij het des winters gevelde hout dezer boomsoorten resp. 1.46 en 1.08.

e. De *wringingsvastheid.* Wanneer op een houten staaf krachten zoodanig werken, dat zij om haar lengteas wordt gewrongen, nemen de vezels, zoo zij evenwijdig aan die as loopen, een schroefvormig beloop aan.

Al naar de vastheid van 't hout kan de wringing meer of minder aanzienlijk zijn, voordat de samenhang der vezels of der vezeldeeltjes wordt vernietigd. Sedert men hout als grondstof voor de vervaardiging van drijfassen al meer en meer door ijzer vervangt, is ook de juiste kennis van den weerstand, dien het hout tegen verbreken door wringing bieden kan voor de praktijk van minder gewicht geworden. Op bouwkundig gebied treft men hoogst zelden constructies aan, waarbij het hout aan wringing is blootgesteld; slechts bij enkele werktuigen (houten windas, kaapstander) en bij een der meest belangrijke mechanische vervormingswijzen (draaien) speelt de wringingsvastheid van 't hout geen onbelangrijke rol, zoodat het daarom en vooral ook met het oog op een juistere kennis van andere technische eigenschappen gewenscht is, de meerdere of mindere waarde dezer vastheid voor verschillende houtsoorten te kennen.

Nauwkeurige onderzoekingen omtrent de torsievastheid van 't hout zijn zeer weinig in getal. Een tamelijk volledige reeks werd door Mikolaschek [1]) verricht; de resultaten zijner proefnemingen vindt men in de volgende tabel (torsievastheid in Kg. per $mM.^2$).

1) *Untersuchungen*, enz. blz. 18, 19 en 20.

Voordat men de elasticiteitsgrens bij 't wringen der proefstaven overschrijdt, worden zij meer of minder sterk getordeerd; is deze grens overschreden dan kan de torsie nog aanmerkelijk toenemen, voordat de staven breken. Ook de grootte der wringingen (in graden) werd in de tabel opgenomen, omdat opgaven daaromtrent, voor de houtsoorten weinig of niet worden aangetroffen.

Houtsoorten.	Deelen van het stamhout.	Middell. der staafjes [1]) mM.	Torsievastheid.		Maat der wringing.	
			voor elk stamdeel.	gemidd.	bij elasticiteitsgrens.	bij breukgrens [2]).
beukenhout (Fag. sylv. L.)	benedend.	66.2	0.987	0.92	3°30'40"	47°25'30"
	bovend.	80.3	0.848		2°51'18"	22° 7'0"
dennen „ (Ab. pect. D. C).	benedend.	85.3	0.379	0.46	2°33'0"	24° 9'22"
	bovend.	73.8	0.541		4°20'0"	7°45'45"
eiken „ (Querc. sess. Sm.)	benedend.	80.4	0.771	0 75	4°34'30"	37° 3'25"
	bovend.	84.1	0.738		2°48'0"	15°40'0"
„ „ (Q. pedunc. Ehrh.)	benedend.	75.3	0.984	0.97	5° 5'24"	7°37'12"
	bovend.	82.2	0.962		3°28'12"	11°51'0"
elzen „ (Aln. glut. Gärtn.)	benedend.	78.5	0.631	0.62	1°30'0"	8°45'5"
	bovend.	71.3	0.600		3°52'23"	10°26'0"
grenen „ (Pin. sylv. L.). .	benedend.	71.3	0.579	0.55	5°16'0"	17°40'45"
	bovend.	84.1	0.513		2° 9'50"	—
haagbeukenh. (Carp. bet. L.)	benedend.	72.9	1.222	1.16	2°52'26"	21°13'0"
	bovend.	54.0	1.092		2°32'50"	36°30'0"
ijpenhout (Ulm camp. L.) .	benedend.	80.1	0.780	0.79	3°51'47"	7°10'0"
	bovend.	55.0	0.803		3°23'6"	76° 0'0"
linden „ (Til. parv. L.) . .	benedend.	61.0	0.757	0.76	2°47'38"	6°46'0"
	bovend.	66.8	0.768		2°24'0"	40°20'0"
lorken „ (Larix eur. D. C.).	benedend.	84.3	0.730	0.65	3°56'30"	14°16'0"
	bovend.	67.1	0.567		5°12'36"	8°32'56"
vuren „ Ab. excels. Lam.)	benedend.	82.9	0.536	0.53	2°37'33"	22° 7'0"
	bovend.	79.8	0.526		3° 0'0"	11°30'0"
wilgen „ (Sal. Cap. L.). .	benedend.	77.4	0.782	0.94	1°52'48"	17° 0'0"
	bovend.	57.0	1.093		2°45'0"	18° 5'0"

1) De lengte der cilindervormige proefstaven bedroeg 400 mM.

2) Bij vele staven wordt de geringe wringing bij de breukgrens door de aanwezigheid van kwasten veroorzaakt.

Zooals uit deze onderzoekingen blijkt, is de torsievastheid van het hout in de bovendeelen der stammen gemeenlijk geringer dan in de lagere deelen. Uit nog andere onderzoekingen besluit MIKOLASCHEK, dat van alle deelen van een boom het hout der takken den grootsten weerstand aan wringing bieden kan. Meer proefnemingen worden evenwel vereischt, om tot een nauwkeurige kennis van de torsievastheid der houtsoorten te geraken [1]).

76. Aan alle constructies, dus ook aan die, welke uit hout vervaardigd zijn, stelt men in den regel als eersten eisch, dat zij zoo duurzaam mogelijk zijn.

1) Aan *Dingl. Polyt. Journal* (Jaargang 1875. Deel 216, blz. 363) ontleenen wij de volgende resultaten van wringingsproeven, die door HIRN werden verricht. Zijn prismatische proefstaven, met 8.41 cM^2 dwarsche doorsnede, werden aan de einden stevig bevestigd en door middel van gewichten, werkende aan een hefboomsarm van 1 M. lengte, getordeerd. (Nauwkeuriger mededeelingen ontbreken).

Houtsoorten.		Belasting bij het breken, in Kg.
beukenhout	(Fag. sylv. L.) . . .	1370.7
eiken „	(Querc. sessil. Sm.) .	1169.0
esschen „	(Frax. excels. L.) . .	1629.3
haagbeukenh.	(Carp. betul. L.) . .	1355.2
ijpenhout	(Ulm. camp. L.) . .	920.7
kastanjehout	(Cast. vesca Gärtn.) .	636.2
noteboomenh.	(Jugl. regia L.) . . .	1748.3
palmhout	(Buxus semperv. L.) .	1334.5
vuren „ ?	(Abies exc. Lam.). .	527.6

In het genoemde en het daarop volgende deel van *Dingl. Journ.* zijn ook meegedeeld de onderzoekingen van R. H. THURSTON, (Hoboken, N. Y.) over de vastheid en elasticiteit van verschillende constructiematerialen, hout, ijzer, enz. Behalve een afbeelding en beschrijving van de door hem gebruikte machine ter bepaling van den weerstand tegen wringing, vindt men in de verhandeling van THURSTON ook grafische voorstellingen van de torsievastheid van verschillende Amerikaansche houtsoorten. Tegen de nauwkeurige werking van het toestel, zoowel als tegen verschillende gevolgtrekkingen van TH. zijn evenwel vele bedenkingen ingebracht door prof. KICK (*Dingl. Journ.*, 1875, Deel 218, blz. 185) en MÜLLER-MELCHIORS (*Dingl. Journ.*, 1880, Deel 237, blz. 10). Hoewel laatstgenoemde aan het apparaat alle praktische waarde ontzegt, meent KICK, dat de diagrammen, zoozals deze door de eenvoudige machine worden opgeleverd, wel degelijk in de praktijk van nut kunnen zijn.

Elk onderdeel der constructie moet dus aan alle krachten, die er op kunnen werken, zoo lang mogelijk weerstand bieden.

Daarvoor is het noodzakelijk, dat geen enkele dier krachten een blijvende gedaanteverandering van het materiaal kan veroorzaken, of m. a. w. de eventueele belasting moet geringer zijn dan die, waardoor het materiaal tot de grens der veerkracht wordt belast. In de praktijk zorgt men er zelfs voor, dat nooit eenige belasting tot in de nabijheid dier grens mogelijk zij; daarom wordt voor alle zekerheid in de berekeningen van constructies geen gebruik gemaakt van de elasticiteits-coëfficiënten, die in de tabellen op vorige bladzijden werden aangegeven; slechts voor een gedeelte hunner waarde worden zij in rekening gebracht.

Het behoeft geen betoog, dat men voor de berekeningen van afmetingen van constructies ook niet die vastheids-coëfficiënten gebruikt, die in de vorige paragraaf worden aangegeven. Men wenscht toch de constructies zoodanig te leveren, dat men er onder de ongunstigste omstandigheden op vertrouwen kan. In den regel worden de waarden der coëfficiënten, die men in de tabellen aantreft, tot op $\frac{1}{10}$ gereduceerd [1]).

De vraag, of men, door slechts een dergelijk gering ge-

1) In den 12en druk van het „*Ingenieurs Taschenbuch*", uitgegeven door den „Verein *Hütte*" (Berlin, Verlag von Ernst & Korn, 1883) wordt op blz. 232 aangegeven de „Tabelle der zulässigen Inanspruchnahmen, (van verschillende bouwmaterialen) welche bei der Bauabtheilung des Berliner Polizei-Präsidiums in gebrauch sind." Daaruit blijkt, dat de belasting, die per mM². voor verschillende houtsoorten veroorloofd wordt, bedraagt voor:

Materiaal.	Rekking.	Drukking.
beukenhout	1.2 Kg.	0.66 Kg.
dennen „	0.6 „	0.50 „
eiken „	1.2 „	0.66 „
esschen „	1.2 „	0.66 „
grenen „	0.8 „	0.66 „

deelte van den coëfficiënt van breken als draagmodulus aan te nemen, met de zekerheidsmaatregelen niet te ver gaat, moet volgens onderzoekingen uit den laatsten tijd absoluut ontkennend beantwoord worden.

BUFFON [1]) reeds deelt mede, dat balken, die een enkelen dag 9000 Kg. konden dragen, na verloop van 5 à 6 maanden braken bij een belasting van slechts 6000 Kg.; de duur der belasting oefent dus grooten invloed uit op de uitkomsten der onderzoekingen omtrent de vastheid van materialen.

THURSTON [2]) heeft, om dien invloed nauwkeuriger te kennen, verschillende onderzoekingen verricht met 't hout van den Yellow pine (Pinus australis?) en komt tot 't resultaat, dat de zekerheids-coëfficiënt, zelfs wanneer de eigenschappen van het hout nauwkeurig bekend zijn, en in de gunstigste omstandigheden, nog altijd minstens = 4 moet genomen worden. THURSTON zelf zou dien coëfficiënt nooit minder dan 5 nemen. Is men evenwel omtrent het te gebruiken hout niet nauwkeurig ingelicht, zooals dat in de praktijk meestal het geval is, zijn de constructies aan trillingen of schokken blootgesteld, en grijpen de krachten niet altijd op dezelfde punten aan, dan moet men nimmer beneden een zekerheidsmodulus = 8 blijven, maar voor verreweg de meeste constructies den coëfficiënt 10 aannemen.

En evenals THURSTON vond ook KIDDER [3]), dat een zekerheidsmodulus = 5 als de geringste te beschouwen is, dien men zelfs voor constructies, die aan volmaakt rustige belasting zijn blootgesteld, mag in rekening brengen.

77. De **buigbaarheid** en **taaiheid (broosheid)**. Wanneer men de gewichten, waarmede staven van verschillende houtsoorten tot aan de elasticiteitsgrens kunnen belast worden,

---

1) FIGEE. *De akustische methode*, blz. 2.

2) *Ueber den Einfluss der Anstrengungsdauer auf die Festigkeit und Elasticität des Nadelholzes. Dingl. Polyt. Journ.*, Jaargang 1882, Deel 244, blz. 281.

3) *Ueber die Festigkeit u. Elasticität des Fichtenholzes*, in *Dingl. Polyt. Journ.*, Jaargang 1882, Dl. 246, blz. 537.

vergelijkt met die, waardoor het breken door te groote rekking wordt veroorzaakt, dan blijken deze (die natuurlijk altijd grooter zijn dan de eerstgenoemde) nu eens meer, dan eens minder van gene te verschillen. Men zie bijv. de volgende tabel, waarin — om de vergelijking den lezer gemakkelijk te maken — onder elkaar eenige uitkomsten van de onderzoekingen van CHEVANDIER en WERTHEIM, n.l. breukbelastingen, (A) en belastingen tot aan de elasticiteitsgrens (B), voor eenige houtsoorten, nogmaals zijn opgeteekend.

acacia hout	A = 7,93 B = 3,188	Kg. per mM²,	verschil	= 4,742
beuken „	A = 3,57 B = 2,317	„ „ „,	„	= 1,253
berken „	A = 4,30 B = 1,617	„ „ „,	„	= 2,683
dennen „	A = 4,18 B = 2,153	„ „ „,	„	= 2,027
grenen „	A = 2,48 B = 1,633	„ „ „,	„	= 0,847
eiken „ (winter-)	A = 5,66 B = 2,349	„ „ „,	„	= 3,311

Hoe meer men de belasting kan vermeerderen, nadat de elasticiteitsgrens is overschreden, voordat het breken intreedt, des te meer zullen ook de houtvezels gerekt en de staafjes verlengd worden; de hoegrootheid dezer belasting, die in de tabel als „verschil" wordt aangegeven, zal dus een maat voor de rekking en het middel kunnen zijn om de rekbaarheid van houtsoorten onderling te vergelijken — en wel bepaald hun rekbaarheid onder de inwerking van rekkende krachten.

Wanneer men in plaats van deze krachten buigende krachten op een houten staaf laat werken, zal ook weer het verschil tusschen de belasting tot de elasticiteitsgrens en die tot de breukgrens een maat van de rekbaarheid bij buiging, m. a. w. van de *buigbaarheid* kunnen voorstellen. Hoe meer deze grenzen bij een of andere houtsoort van elkaar verwijderd zijn, des te meer zal zij gebogen kunnen worden, des te meer buigbaar zijn.

De weinige gegevens, die ons ten dienste staan, leeren evenwel, dat de elasticiteit der meeste houtsoorten nog al aanzienlijk is en de elasticiteitsgrens een tamelijk hooge waarde bereikt; de vastheid is evenwel betrekkelijk gering. Daar dus de waarden dezer twee eigenschappen zeer dicht bijeen liggen, kan er ook van groote rekbaarheid of buigbaarheid van houtsoorten geen sprake zijn. En dit is zeer te bejammeren, want beide zijn mechanische eigenschappen, die voor de industrie en meer bepaald voor die takken van nijverheid, welke de vervorming van hout zonder verdeeling van het materiaal beoogen, van niet weinig gewicht zijn.

Zooals uit het voorgaande blijkt, wordt het buigen van 't hout, onder de werking van uitwendige krachten, *niet* hierdoor mogelijk gemaakt, dat de houtelementen, houtvezels, vaten, enz. ten opzichte van elkaar van plaats veranderen of verschuiven, maar *wel* daardoor, dat die elementen alle meer of minder rekbaar zijn. Des te meer is dit het geval, naarmate de vezel- en vatwanden minder verdikt zijn, naarmate er zich minder organische en anorganische stoffen op en tusschen de oorspronkelijke cellulosedeeltjes hebben afgezet; des te minder, naarmate de intussusceptie aanzienlijker wordt.

Om deze reden is het hout uit de jongste deelen der boomen het meest buigbaar en zijn die houtsoorten, wier houtvezels en vaten veel organische en anorganische bestanddeelen bevatten, zeer weinig buigbaar of zeer *broos*, zooals bijv. ebbenhout.

Ook het feit, dat de buigbaarheid der houtsoorten af- en toeneemt met het watergehalte [1]), bewijst, dat die eigenschap van de hoeveelheid der bestanddeelen, die naast cellulose in de houtelementen voorkomen, afhankelijk is. Het water toch zal zeer zeker een gedeelte dezer bestanddeelen oplossen, en daar de vezels door het opnemen van water zwellen, doordat waterdeeltjes zich tusschen de vezeldeeltjes dringen, zullen die opgeloste stoffen over een grooter oppervlak worden

---

1) Daarom is ook groen hout in veel hooger mate buigbaar dan het gedroogde.

verbreid; meerdere buigbaarheid van het hout is daarvan het gevolg.

Wordt hout met warm water gedrenkt, dan vooral zwellen de vezels zeer sterk op; en daar ook bovendien de oplosbaarheid van verschillende stoffen in den regel sterk met de temperatuur van 't water toeneemt, moet door een zoodanig proces de buigbaarheid van het hout wel in hooge mate toenemen. Daarom wordt, bij de fabrikage van houten gebogen meubels, het van natuur weinig buigbare beukenhout vóór de bewerking door stoom bereid. (Zie blz. 94).

Wanneer men de buigbaarheid van verschillende houtsoorten met elkaar wenscht te vergelijken, kan men verschillende wegen inslaan.

Door KARMARSCH werd bijv. de buigbaarheid op de volgende wijze bepaald. [1])

Balken van vuren-, dennen-, beuken- en eikenhout, alle natuurlijk van dezelfde afmetingen, werden horizontaal aan de uiteinden ondersteund en in het midden belast, totdat zij daar voor het $\frac{1}{188}$ste deel der lengte waren doorgebogen; wanneer de vuren balken een gewicht = 100 daarvoor vereischten, moesten dennen, beuken en eiken balken, respectievelijk met gewichten = 90, 67 en 62 (tot 84) worden belast; daar de buigbaarheid omgekeerd evenredig met deze gewichten moet genomen worden, is dus volgens KARMARSCH de buigbaarheid van eiken- en beukenhout nagenoeg anderhalfmaal grooter dan die van vuren- en dennenhout.

NÖRDLINGER [2]) bepaalde de buigbaarheid uit de doorbuiging van staven, die alle 1 M. lang en 1 cM. breed en hoog waren, bij constante belasting. Volgens de door hem verkregen resultaten zou men enkele houtsoorten, ten opzichte hunner buigbaarheid, als volgt moeten rangschikken:

Eerste klasse. *Zeer buigbaar:*	grenenhout.
Tweede „ . *Buigbaar:*	elzen (Aln. incana L.)-, populieren (Pop. alba L.)-, lorkenhout.

1) *Handbuch der mechan. Technologie.* 5te Auflage. Deel I, blz. 614.

2) *Die technischen Eigenschaften*, blz. 375.

Derde klasse. *Weinig buigbaar:* esschen-, eschdoorn (Acer Pseudoplat. L.)-, Weymouthspijn- en Canadaasch populierenhout.

Vierde „ . *Tamelijk* „ : linden (Til. parvif. L.)-, espen (Pop. tremula L.)-, ijpen-, acacia-, eiken (winter-)- en berkenhout.

De buigbaarheid wordt in enkele gevallen en wel daar, waar hout als bouwmateriaal moet dienen, als een eigenschap beschouwd, die veel meer nadeel dan voordeel aanbrengt; de bouwkundige moet toch immer deze eigenschap onschadelijk trachten te maken, en er zooveel mogelijk naar streven om de schadelijke gevolgen er van te voorkomen. Dikwijls ook is de buigbaarheid juist zeer gewenscht, en vooral de hooge graad van buigbaarheid, die men *taaiheid* [1]) noemt, een eigenschap, die 't mogelijk maakt, dat staven van verschillende houtsoorten stooten en allerlei verbuigingen in de meest verschillende richtingen weerstaan zonder te breken.

Taai zijn de houtsoorten vooral in den groenen, vochtigen toestand, en de specifiek lichte houtsoorten altijd meer dan de zware. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk te danken, eensdeels aan de grootere lengte der vezels en hun rechtlijnigen loop, anderdeels ook aan den meer lossen bouw van het houtweefsel dier lichte houtsoorten, waardoor een verbuiging minder wordt bemoeilijkt. Daarom is ook wortelhout taaier dan stamhout. Het takhout is nu eens meer (wilg, hazelaar, berk) dan weer minder taai (eik, linde) dan stamhout.

De ouderdom van 't hout heeft ook invloed op de taaiheid; jong hout, en vooral splint, is bij de meeste houtsoorten veel taaier dan kernhout en oud hout. Kernhout van oude boomen is bepaald broos, evenals het hout van eiken, beuken en

---

1) Een goede wetenschappelijke definitie van „taaiheid" te geven is niet wel mogelijk; dit is dan ook de reden, waarom ook deze eigenschap der houtsoorten nog in 't geheel niet op een wetenschappelijke onderzoeking aanspraak kan maken.

andere boomen, die in een vochtigen bodem zijn gegroeid.

Naar men zegt, kunnen ook andere bestanddeelen van 't hout dan water, de taaiheid vermeerderen of verminderen; zoo moet bijv. een hoog harsgehalte van sommige houtsoorten met een groote taaiheid gepaard gaan.

Taai hout wordt tot velerlei doeleinden gebruikt; zoo ter vervaardiging van hoepels, zeefranden, doozen, vlechtwaren (matten, hoeden, enz.), zweepstokken, wandelstokken, enz. In de wagenmakerij worden vooral voor wielvellingen en spaken taaie houtsoorten gevraagd. Ook de scheepsbouwers gebruiken veel taai hout.

Het taaiste hout leveren de zeer jonge takjes en uitspruitsels van verschillende soorten van wilgen; de jonge takjes (teenen) van den gelen wilg (Salix alba L. var. vitellina) worden bijv. tot het aanbinden van planten, het vlechten van manden gebruikt, enz.; de driehelmige wilg (Sal. amygdalina L. var. concolor) de amandelbladige wilg (Sal. amygdalina L. var. discolor) — *waardenhout* — en de bindwilg (Sal. viminalis L.) — *rijswaard* — worden in de zoogenaamde „grienden" in Zuid-Holland gekweekt en tot hoephout en kribwerken aan de rivieren gebruikt. Niet minder taai zijn berken-, haagbeuken-, esschen-, ijpen- en hazelaarstakken. Tot de taaie houtsoorten behooren verder: hickory-, esschen-, espen-, ijpen- en acaciahout.

78. Onder **hardheid** van hout moet men verstaan den weerstand, dien het weefsel biedt aan 't indringen van eenig lichaam tusschen de kleinste deeltjes of moleculen der elementen (vaten, vezels, mergstraalcellen, enz.), waaruit het is opgebouwd. Die weerstand doet zich bij verschillende bewerkingen gelden, die een verdeeling van het hout ten doel hebben, volgens een richting die *niet* samenvalt met die van den draad; want bij een verdeeling volgens de draadrichting treedt een andere eigenschap op, die wij spoedig zullen leeren kennen, n.l. de kloofbaarheid; een werktuig, dat in die richting 't hout binnendringt, scheidt geen moleculen van vezels of vaten, — zooals in de bovenstaande definitie werd gezegd —

maar heeft slechts de veel geringer vastheid of cohaesie te overwinnen, waarmede die vezels en vaten onderling samenhangen.

Bij het schaven, zagen, in 't algemeen bij een verdeeling van het weefsel van verschillende houtsoorten, bemerkt men reeds zeer spoedig, dat hun hardheid uiterst verschillend is; hier schaaft of zaagt men gemakkelijk, zelfs met werktuigen van zeer gering gehalte, daar is dit slechts met moeite, met de uiterste krachtsinspanning en met de fijnste en beste instrumenten mogelijk.

Het zal natuurlijk, met het oog op de bewerking, steeds gewenscht zijn, dat de hardheid van de te bewerken grondstof niet te groot zij, en voor de indringing van vreemde lichamen (beitel, enz.), in het weefsel niet te veel kracht gevorderd worde; van het produkt der bewerking zal evenwel zeer dikwijls, wegens het gebruik, dat men daarvan wenscht te maken, een groote hardheid in de eerste plaats verlangd worden (onderdeelen van machines — azijnhouten tanden in raderen); de wenschen van consument en producent loopen dus met betrekking tot deze eigenschap vaak zeer uiteen.

Daar de meer of mindere hardheid van het hout de grootte der kracht bepaalt, die voor de vervorming door verdeeling noodzakelijk is, en deze op haar beurt een zeer grooten invloed op de waarde van het door de bewerking verkregen produkt uitoefent, is de hardheid een der gewichtigste factoren, waarmede men in de praktijk rekening houden moet. Het is dus om die reden uitermate gewenscht, dat men omtrent de hardheid van verschillende houtsoorten en van de verschillende omstandigheden, die daarop invloed hebben, niet slechts eenige, maar bij uitstek veel kennis heeft.

De eerste vraag, die bij ons opkomt, wanneer wij van de relatieve hardheid der houtsoorten eenig denkbeeld willen verkrijgen, is: hoe zullen wij haar bepalen?

Hout is, zooals wij weten, een materiaal, dat weinig homogeen is; in een gegeven ruimte vindt men nu eens een grooter dan weer een kleiner aantal elementen niet alleen, maar

elementen van geheel verschillende chemische samenstelling, wier kleinste deeltjes dientengevolge een verschillende mate van samenhang moeten vertoonen.

Wij kunnen de hardheid dus niet slechts aan het oppervlak van eenig proefstuk bepalen, zooals dit bij andere materialen, mineralen, metalen, enz. geschiedt; wij moeten de gemiddelde hardheid van het gansche stuk trachten te vinden, en bij het onderzoek zooveel mogelijk de kloofbaarheid en andere eigenschappen trachten buiten te sluiten, die op de nauwkeurigheid der bepaling een nadeeligen invloed zouden uitoefenen.

Nördlinger was, naar wij meenen, de eerste onderzoeker, die als het beste middel om een overzicht te verkrijgen van de hardheid der houtsoorten, hun verdeeling door middel van de gewone handzaag aan de hand deed; men zaagt stukken van verschillende houtsoorten met eenzelfde zaag, natuurlijk dwars op den draad door, en bepaalt de grootte van het doorgesneden oppervlak per zaagstoot.

Op de juistheid van dit middel is wel het een en ander af te dingen; men gebruikt bijv. eenzelfde zaag voor 't onderzoek van verschillende houtsoorten, en geeft dus geen acht op een van de eerste voorwaarden, die men bij het zaagbedrijf niet uit het oog mag verliezen, n.l. deze, dat de tanden van het werktuig, om het hoogst mogelijk nuttig effect te verkrijgen, steeds naar den aard van de te verdeelen grondstof moeten gevormd zijn; men zal dus bij harde houtsoorten onder gunstiger omstandigheden werken, dan bij zachte, of omgekeerd, al naardat de zaagtanden beter voor de een dan voor de andere groep van houtsoorten, door hun aantal op een gegeven lengte, door hun vorm, schranking, enz. zijn te gebruiken. De zaag, wier tanden moeten *snijden*, zal daardoor in veel gevallen de vezels *scheuren*, waardoor niet alleen de hardheid, maar ook de meerdere of mindere taaiheid en broosheid der vezels in het spel treden.

Maar in vergelijking met andere middelen om de hardheid te bepalen is toch, zooals de lezer bij eenig nadenken zelf spoedig zal inzien, het bovengenoemde verre te verkiezen;

verschillende proefnemingen bewezen, dat, wanneer men de zaag door haar eigen gewicht laat werken en haar met de hand slechts voor- en achteruit beweegt, de verkregen cijfers zeer weinig voor eenzelfde houtsoort verschillen. Een elzenstam werd bijv. op drie verschillende plaatsen, waar de diameter 200, 196 en 180 mM. bedroeg, doorgezaagd; daarvoor waren respectievelijk 174, 164, 138 zaagstooten noodig; per stoot werden dus 180,5, 184 en 184,4 mM^2. hout doorgezaagd.

Op de beschreven wijze werden door GAYER [1]) eenige houtsoorten in den groenen toestand onderzocht; hij vond, dat als men den weerstand, dien de zaag bij 't doorsnijden van stammen loodrecht op hun as ontmoet, voor beukenhout = 1 stelt:

die van vuren-, dennen-, en grenenhout . . . . = 0,5 — 0,6
„ eschdoorn- en elzenhout ook dat van den larix = 0,75 — 0,9
„ eikenhout . . . . = 1,03
„ wilgen (Salix Caprea L.)-, espen-, berkenhout = 1,30 — 1,40
„ haagbeuken-, linden-, en populierenhout = 1,80.

Op de hardheid van het hout oefent, behalve de bouw, ook de samenstelling van het houtweefsel grooten invloed uit.

Hoe minder ruimte een zeker aantal houtvezels van een of andere houtsoort innemen, m. a. w. hoe geringer hun doorsnede is, en hoe kleiner de holle ruimten zijn, die de wanden dier vezels omsluiten, des te grooter is natuurlijk de weerstand, dien het houtweefsel tegen het indringen van een ander lichaam zal bieden. Er bestaat dus ook verband tusschen de hardheid en het specifiek gewicht; de zwaarste houtsoorten zijn in den regel de hardste.

Het spreekt ook van zelf, dat, wanneer, zooals hierboven aangeduid werd, de mate van verdikking der vezelwanden van invloed op de hardheid is, ook herfsthout gewoonlijk harder zal zijn dan voorjaarshout, en het hout eener bepaalde boomsoort des te harder, naarmate de herfsthoutlagen een grooter gedeelte van de jaarringen uitmaken.

---

1) KARL GAYER, *Die Forstbenutzung*. Sechste umgearb. Auflage, blz. 36. Berlin 1883.

Behalve in de verdikking der vezel- en vatwanden, moet ook in de incrustatie, de afzetting van verschillende organische en anorganische stoffen op die wanden, een oorzaak gezocht worden van de ongelijke hardheid der houtsoorten. Ebbenhout bijv. is veel harder dan beuken- en pereboomenhout, toch is er weinig verschil in de dikte hunner vezelwanden [1]), maar die wanden zijn bij 't ebbenhout veel meer geïncrusteerd, en de ruimten, die zij omsluiten, meestal met een zwartbruine massa gevuld, 't welk bij de andere genoemde houtsoorten niet 't geval is. Harsrijke naaldhoutsoorten (grenen-, lorkenhout) bezitten om diezelfde reden zeer hard herfsthout en zeer zacht voorjaarshout. En ook is het aan dezelfde oorzaak toe te schrijven, dat gezond, gaaf kernhout altijd harder is dan splint, terwijl toch het specifiek gewicht van het jongere hout zeer dikwijls dat der andere lagen overtreft.

Ook van het watergehalte is de hardheid der houtsoorten afhankelijk. Droog hout is harder dan groen hout, niet alleen omdat door het watergehalte van dit laatste de vezel in een weeken toestand verkeert, maar ook, omdat het volume van nat hout grooter is dan dat van het gedroogde, daar de vezels door het opnemen van water zwellen; hoe minder stof in een gegeven ruimte, des te geringer is het weerstandbiedend vermogen tegen de werking van het indringende lichaam. Bij zware en kortdradige houtsoorten, vooral bij beuken-, eiken-, ahornhout, is de invloed van het water zeer groot; in den verschen toestand laten deze houtsoorten zich veel gemakkelijker bewerken. Ook bij de lichte, langdradige houtsoorten is de invloed van het water niet gering. Met 't watergehalte toch vermeerdert ook de taaiheid der vezels; daardoor kunnen deze door een in 't weefsel dringend lichaam worden teruggedrongen, indien zulks mogelijk is. En terwijl dit bij de harde houtsoorten bezwaarlijk zou gaan, kan het losse weefsel van zachte houtsoorten, zooals populieren-, wilgen-, berken-, espen-, Wey-

---

1) Terwijl het aschgehalte van de meeste houtsoorten kleiner dan 1% is, vindt men bij ebbenhout 3,9% asch (met 0,4% kiezelzuur).

mouthspijnhout [1]), samengedrukt en daardoor de bewerking van dit hout in een groenen toestand bemoeilijkt worden.

Ook de bodem en het klimaat, waarin het hout is gegroeid, zijn van invloed op de hardheid, doordat zij op den bouw van het hout invloed uitoefenen; de vraag, waarom Noordsch naaldhout harder, en Noordsch eikenhout zachter is, dan naald- en eikenhout uit de overige deelen van Europa, zal, na 't geen hier en vroeger daaromtrent werd meegedeeld, geen antwoord meer behoeven. Dat de kleur in verband staat met de hardheid, werd reeds op blz. 105 opgemerkt. Dikwijls beweert men, dat hout, hetwelk op het kopvlak zeer wijde vaten vertoont, harder is dan dat, waarbij die vaten met 't bloote oog niet zijn waar te nemen. Hoewel nu ijpen- en hickoryhout en andere houtsoorten, die men onder de harde rangschikt, toevallig wijde poriën vertoonen, is dit nog geen reden om uit de aanwezigheid daarvan tot de mate van hardheid te besluiten; bij palmhout bijv. zijn met 't bloote oog in 't geheel geen vaten te bespeuren en toch is 't hout zeer hard; ook bij het zoogenaamde cocohout [2]), hetwelk zoo hard is, dat stukken, die tegen elkaar worden geslagen, evenals metaal klinken, zijn poriën zeer moeielijk te zien.

Nog dit zij opgemerkt, dat in 't algemeen in een stam de hardheid van het hout in de richting van den voet naar den top afneemt, en dus het hardste gedeelte van het stamhout gewoonlijk in 't benedengedeelte der stammen moet gezocht worden.

Ten slotte moge de classificatie der houtsoorten, volgens de hardheid, hier een plaats vinden, zooals die door Nördlinger [3])

---

1) Andere naaldhoutsoorten maken een uitzondering; grenen-, lorken-, vurenhout kan in den groenen toestand beter gezaagd worden dan droog.

2) Dit hout, afkomstig van een in West-Indië inheemschen boom (Inga vera Willd.), heeft een specif. gewicht van 1.4 — 1.6. Het olijfgroene kernhout wordt in de lucht donkerbruin. Men gebruikt 't in den laatsten tijd, — maar met weinig succes — voor de vervaardiging van pijpen; deze pijpen verbranden evenwel veel spoediger dan die van Bruyère, en barsten zeer gemakkelijk.

3) *Die techn. Eigenschaften*, blz. 235.

is opgesteld, naar resultaten, die hem de bewerking van het hout niet alleen met behulp der zaag, maar ook met verschillende andere werktuigen (mes, bijl enz.) verschaften:

Eerste klasse.		*Steenhard.*	Pokhout, ebbenhout, enz.
Tweede	„	*Beenhard.*	Beenhout (Lonicera xylosteum L., waarvan voorheen laadstokken werden vervaardigd) berberissen-, palm-, liguster- en seringenhout, enz.
Derde	„	*Zeer hard.*	Kornoelje-, sleedoorn- en meidoornhout, enz.
Vierde	„	*Hard.*	De meeste soorten van ahornhout, haagbeuken-, wegedoorn-, eschdoorn-, vlier- en taxishout, enz.
Vijfde	„	*Tamelijk hard.*	Hout van den moerbezieboom, esschen-, plataan-, pruimeboomen-, ijpen- en acaciahout, enz.
Zesde	„	*Weinig hard.*	Kastanje (tamme)-, beuken-, noteboomen-, pere- en appelboomen- en eikenhout, enz.
Zevende	„	*Zacht.*	Grenen-, vuren-, dennenhout, wilde kastanje-, elzen-, berken- en hazelaarshout, enz.
Achtste	„	*Zeer zacht.*	Weymouthspijn-, linden-, populieren- en wilgenhout, enz.

79. De **kloofbaarheid**. Ten gevolge van de ons bekende eigenaardige structuur en den veel geringeren samenhang der vezels, cellen en vaten van het hout onderling, dan die tusschen de kleinste deeltjes, waaruit deze elementen zijn samengesteld, bezit het hout een eigenschap, die men bij de metalen te vergeefs zoekt, de eigenschap n. l. om door de werking van een wigvormig lichaam, *dat volgens de richting van den draad in het weefsel wordt gedreven*, zeer gemakkelijk te scheuren en te splijten. Men noemt deze wijze van verdeeling van het hout in 't dagelijksch leven *klooven*, reden waarom wij de eigenschap, waarop zij berust, met den naam *kloofbaarheid* betitelen zullen.

De kloofbaarheid is voor de mechanische bewerking een zeer gewichtige eigenschap. Niet alleen omdat zij den industrieel in staat stelt, zijn grondstof met zeer geringe hulpmiddelen, en wat hem niet minder aangenaam is, met zeer weinig verlies aan materiaal, te verdeelen, maar ook, omdat de elementen der grondstof minder dan bij elke andere mechanische verdeeling beschadigd worden, en daardoor het produkt zijner bewerking in vele gevallen aan uitwendige invloeden beter weerstand bieden kan.

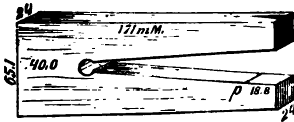
Reeds uit de structuur van het hout kan men met betrekking tot de onderhavige eigenschap, en met zekerheid, de gevolgtrekking opmaken, dat de kloofbaarheid in verschillende mate zal optreden. Slechts in de radiale richting is het mogelijk, het kloofvlak te brengen tusschen de verschillende elementen, waaruit het hout is opgebouwd; in elke andere richting moeten de elementen der mergstralen, de wanden der mergstraalcellen, worden verscheurd. Hoe grooter het aantal der spiegels wordt, hoe grooter het aantal celreeksen, waaruit elk voor zich is samengesteld, des te meer celwanden moeten uiteengerukt, des te meer weerstand zal daarbij ondervonden, des te moeielijker zal de klooving worden.

Nu moet men zich niet voorstellen, dat in de praktijk bij radiale klooving de mergstralen nooit uiteengescheurd worden; dit komt zelfs herhaaldelijk voor, zoodat men op de beide kloofvlakken hier en daar deelen van dezelfde mergstralen kan waarnemen.

Maar desniettemin biedt het hout in deze richting den minsten weerstand aan het klooven, zooals door NÖRDLINGER's onderzoekingen ten duidelijkste is aangetoond. Wij zullen een oogenblik bij de methode, die daarvoor door hem gevolgd is, blijven stilstaan.

Om den invloed van verschillende krachten, die bij 't gebruik van kloofwerktuigen zich doen gelden, te ontgaan (wrijving, enz.), zal men de kloofbaarheid van het hout op de meest nauwkeurige wijze door middel van trekproeven kunnen bepalen.

Fig. 52.



Gedaante en afmetingen van een houten staafje, voor 't onderzoek der kloofbaarheid — volgens NÖRDLINGER.

NÖRDLINGER vervaardigde dus van verschillende houtsoorten proefstaafjes van vorm en afmetingen als in fig. 52 wordt aangegeven.

De draad ligt in de richting der lengte, en op de overeenkomstige vlakken der staafjes, die voor eenzelfde reeks van proefnemingen zullen dienen is het verloop van jaarringen en mergstralen ook hetzelfde; zoodat, wanneer men bijv. de kloofbaarheid in de richting der mergstralen wil onderzoeken, de mergstralen of spiegels op de kopvlakken der staafjes alle evenwijdig aan het gewenschte splijtvlak worden waargenomen, terwijl zij voor het onderzoek der tangentiale kloofbaarheid loodrecht op de richting van dit vlak staan.

Een der tanden van het vorkvormig proefstaafje wordt (in de stelling als in de figuur) stevig aan een horizontalen balk bevestigd; vervolgens wordt aan den tweeden tand, bij p, een bak gehangen, deze langzaam met water gevuld en dus een belasting verkregen, die regelmatig aangroeit, en eindelijk groot genoeg is om het staafje op het zwakste gedeelte vaneen te scheuren. Deze belasting meet den weerstand tegen het klooven.

De uitkomsten, die NÖRDLINGER volgens deze onderzoekingsmethode verkreeg, leerden, dat de kloofbaarheid in de richting der jaarringen veel geringer was, dan die volgens de spiegels; somwijlen bedroeg de belasting voor een proefstaafje, dat in eerstgemelden zin werd onderzocht, het dubbele van die, welke voor een splijting in de richting der mergstralen werd gevorderd (zoowel bij houtsoorten met concentrische vatringen), als bij die met vaten, die door alle deelen van den jaarring verspreid zijn).

Men kan, zonder veel van de waarheid af te wijken, aannemen, dat de weerstand, dien een houtsoort biedt bij 't klooven in radiale richting, slechts het $^2/_3$ bedraagt van den weerstand bij 't klooven in tangentiale richting.

Bij sommige houtsoorten, o. a. bij hout van den kurkeik, den ijp, den haagbeuk, is de samenhang tusschen mergstralen en vezels zeer innig, zoodat deze, zelfs in radiale richting, niet gemakkelijk kloofbaar zijn.

Het meer of minder gladde uiterlijk der kloofvlakken zal natuurlijk in hoofdzaak afhangen van den loop der enkele vezels; moeten deze niet herhaaldelijk voor sterk ontwikkelde spiegels uitwijken, zich krommen en buigen, zoo zal ook het kloofvlak gladder zijn dan in 't omgekeerde geval; hoe minder kromdradig, hoe meer recht- en langdradig het hout is, des te schooner splijtvlakken zal men natuurlijk verkrijgen. Niet te harsrijk grenenhout, kastanje-, acacia-, espen- en jong ahornhout kunnen zeer glad gekloofd worden; ook eiken-, ijpen-, populieren (zilver)- hout kan nog tamelijk gladde kloofvlakken vertoonen.

Het klooven van het hout, door middel van eenig wigvormig werktuig, een bijl bijv., wordt door verschillende eigenschappen bevorderd of tegengewerkt. Hoe meer de vastheid tusschen de enkele vezels onderling nadert tot die tusschen hun kleinste deeltjes, des te voorzichtiger zal het klooven moeten geschieden; hoe harder het houtweefsel is, destemeer weerstand zal dit bieden aan het eerste indringen van het werktuig; is het hout daarentegen zeer week, dan zullen bij het begin der bewerking de vezels wellicht niet gescheiden, maar ineengedrukt, als 't ware gestuikt worden.

Bezit het hout een groote elasticiteit, dan zal deze het klooven bevorderen; tijdens de bewerking zullen de uiteengedreven vezels elkaar weer trachten te naderen, en daardoor aan het einde van de reeds gevormde scheur krachten optreden, die door hun grootte en door de richting, waarin zij werken, de verscheuring van het stuk bevorderen.

Ook het meerdere of mindere watergehalte heeft invloed op de kloofbaarheid.

In den regel geschiedt het klooven des te gemakkelijker naarmate het hout vochtiger is, reden waarom waarschijnlijk ook het kernhout, afgezien van den minder regelmatigen bouw

der oudste jaarringen, meer weerstand aan deze wijze van verdeeling biedt dan het splint. Maar moge nu ook al bij loofhout de splijtbaarheid in de richting der jongste jaarringen toenemen, bij het naaldhout is dit zeer dikwijls niet het geval; wanneer, ten gevolge van het smaller worden der jaarringen, de dichtheid van het weefsel toeneemt, vermindert ook de kloofbaarheid in de jongste lagen.

Een groot harsgehalte oefent bij dit hout evenzeer op deze eigenschap een ongunstigen invloed uit, waarschijnlijk, omdat door dit gehalte de elasticiteit zeer gering wordt.

Om dezelfde reden werkt ook vorst nadeelig op de kloofbaarheid; bevroren hout is dikwijls broos en bovendien moeielijk te klooven, omdat de bijl niet pakt; bij streng winterweer wordt dus het klooven in de bosschen uitgesteld.

Wat de kloofbaarheid aangaat van hout uit verschillende deelen, in vertikale richting aan den boom ontnomen, zoo kan van wortelhout en het daaraangrenzend stamhout gezegd worden, dat het, in 't algemeen, wegens het onregelmatig beloop der vezels, en het wortelhout ook om de geringe vastheid van het weefsel, zeer weinig kloofbaar is. Naar den top van den stam neemt de kloofbaarheid in den regel toe; talrijke uitzonderingen op dien regel zouden evenwel kunnen aangehaald worden.

De invloed van den bodem en de stand van den daarin gegroeiden boom zijn ook in de kloofbaarheid van het hout bemerkbaar; daar, waar het hout slank en recht groeit, en weinig takken het stamhout kwastig maken, zal dit, wanneer de houtsoort tot de kloofbare behoort, natuurlijk de kloofbaarheid vermeerderen; een vruchtbare bodem en een dichte stand kunnen een dergelijken groei bevorderen, en al naardat dus boomen van dezelfde soort onder deze gunstige of onder meer ongunstige omstandigheden ontwikkelden, zal ook hun hout een grooteren of kleineren graad van kloofbaarheid bezitten.

In de volgende tabel zijn ten slotte weer verschillende houtsoorten naar hun kloofbaarheid gerangschikt. Deze classificatie,

door Nördlinger opgesteld, wordt heden ten dage door de meeste technologen overgenomen. Wij moeten dit doen zoolang onze kennis aangaande de kloofbaarheid zóó uiterst gering is, als uit de vorige bladzijden blijkt, waar slechts in weinige grove trekken een eigenschap kon behandeld worden, die voor de mechanische houtbewerking van zoo hoog gewicht is.

Eerste klasse.	*Buitengew. moeielijk kloofbaar.*	Buks (palm)-, kornoelje-, plataan (Plat. acerifolia W.)-, taxishout, enz.
Tweede „	*Zeer moeielijk kloofbaar.*	Acacia-, berken-, haagbeuken-, ijpenhout, enz.
Derde „	*Moeielijk kloofbaar.*	Ahorn-, gewone eschdoorn-, esschen-, pere- en appelboomen-, seringenhout, dat van den jeneverboom, enz.
Vierde „	*Eenigszins moeielijk kloofbaar.*	Pruimeboomen-, wegedoornhout, enz.
Vijfde „	*Tamelijk gemakkelijk kloofbaar.*	Kastanje (tamme)-, beuken-, noteboomen-, lorken-, vlierhout, enz.
Zesde „	*Gemakkelijk kloofbaar.*	Paardenkastanje-, elzen-, hazelaars-, grenen-, espen-, eiken-, wilgen-, lindenhout, enz.
Zevende „	*Zeer gemakkelijk kloofbaar.*	Dennen-, vuren-, weymouthspijnhout, enz.
Achtste „	*Buitengew. gemakkelijk kloofbaar.*	Populieren (P. alba)-, Canadaasch populierenhout, enz.

80. Het imbibitievermogen, met zijn gevolgen. Het vermogen om zich met water te imbibeeren, d. i. *onder toeneming van 't volume, water op te nemen* is ook eigen aan den met houtstof doordrongen vezelwand.

Reeds in Hoofdstuk I (§ 20 e. v.) merkten wij op, dat het

vervoer van het water door de houtvezels der planten [1]) mogelijk gemaakt wordt door deze bijzondere eigenschap, het imbibitievermogen, der vezelwanden. Imbibitie is dus, zoolang het hout deel uitmaakt van den levenden stam, voor het leven noodzakelijk . . . . . . maar ze is van dat leven niet afhankelijk: het hout behoudt zijn imbibitievermogen ook na het vellen van den boom.

Dat vermogen gaat dus over in de grondstof voor de mechanische nijverheid; het wordt daarin evenwel meer verwenscht dan gewenscht! Want, indien men dit niet door passende middelen tracht te voorkomen, bezit ook het uit die grondstof vervaardigde produkt nog de eigenschap om water op te nemen.

En water kan het voorwerp immer opnemen uit de omringende lucht, die nu eens meer dan eens minder met water bezwangerd is. Heeft het hout water opgenomen uit lucht, die bijv. met water verzadigd was, dan zal het, zoo 't watergehalte daarin afneemt, de lucht dus droger wordt, ook weer water afstaan aan de lucht, enz. Dit geschiedt, niettegenstaande de kracht, waarmede het imbibitiewater wordt opgenomen, zeer groot is, want om al dit water aan een of ander houten voorwerp te onttrekken, is minstens een verhitting tot 100° C. noodig.

Dewijl nu het opnemen van imbibitiewater door 't hout immer met een volume-vermeerdering gepaard gaat, heeft het afnemen van het watergehalte der vezels een volumevermindering ten gevolge. En daar de vochtigheidstoestand der lucht onophoudelijk afwisselt, zal ook het volume van het voorwerp aanhoudend veranderen.

Maar bovendien. De imbibitie van den vezelwand is *polair;* d. w. z. ten gevolge van zijn moleculaire structuur neemt de vezelwand in de richting der lengte, breedte en dikte van

---

1) De nieuwste onderzoekingen op dit gebied brachten de onjuistheid van deze theorie aan 't licht. Het watervervoer toch geschiedt *niet* door de wanden der vezels, zooals SACHS en zijn aanhangers beweerden, maar *wel* door de vezel- en vatholten. Dit feit brengt evenwel in de volgende beschouwingen geen de minste verandering.

de vezel ongelijke hoeveelheden water op, waardoor die afmetingen in verschillende mate toenemen; en omgekeerd zullen bij een vermindering van 't imbibitiewater, de afmetingen der vezels ook niet, in de zooeven genoemde richtingen, in gelijke mate afnemen.

Een gevolg daarvan is, dat het houten voorwerp door 't toe- of afnemen van 't imbibitiewater een gedaanteverandering, een totale vervorming, zal ondergaan; en deze vervorming zal onophoudelijk plaats vinden, omdat de vochtigheidstoestand der lucht, zooals wij hierboven opmerkten, onophoudelijk verandert.

Dat de vormverandering nog veel aanzienlijker zal worden, wanneer 't imbibitiewater in 't voorwerp slechts plaatselijk vermeerdert of vermindert, behoeft geen betoog. Zeer dikwijls gaat de vormverandering dan gepaard met 't verbreken van den samenhang der vezels, d. i. met een barsten en scheuren van het voorwerp.

Dit veranderen van volume en gedaante, ten gevolge van het imbibitievermogen der vezelwanden, noemt men in de nijverheid: het *werken* van 't hout.

De vermindering van het imbibitiewater zal een vermindering der afmetingen van het houten voorwerp ten gevolge hebben, zeiden wij zooeven.

In de praktijk zegt men: het hout *krimpt* door verlies aan vocht.

Het behoeft geen betoog, dat de verschijnsels, die bij het krimpen optreden, van het hoogste gewicht zijn met het oog op de bewerking en de toepassing van het hout. Die verschijnsels te verklaren is nu hoofdzakelijk ons doel; maar, opdat dit met vrucht zal kunnen geschieden, is het noodzakelijk vooraf het krimpen nader te beschouwen.

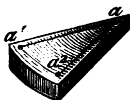
Het krimpen geschiedt in verschillende richtingen in zeer ongelijke mate. Het imbibitievermogen van hout toch is, zooals wij reeds zeiden, polair. De wand van elke vezel neemt daarom in de lengterichting andere quantiteiten water

op dan in die der breedte of dikte van de vezel, en omgekeerd staat hij, al naar de verschillende hoofdrichtingen, verschillende hoeveelheden water af.

De uitzetting en inkrimping der vezelwanden zullen dus ook in alle richtingen niet even groot zijn. En daar de som der uitzettingen en inkrimpingen van alle vezelwanden, die in een bepaalde richting en in een zelfde vlak gelegen zijn, de grootte der krimping of der zwelling van 't houten voorwerp in die richting bepaalt, zal dus ook de krimping, zoowel als de zwelling, van hout in axiale, radiale en tangentiale richting verschillen.

Is nu het krimpen en zwellen van een enkel vezelwandje moeielijk waar te nemen, de som dezer inkrimpingen en zwellingen, m. a. w. de grootte van het krimpen of zwellen van een of andere houtsoort, kan in verschillende richtingen gemakkelijk bepaald worden.

Fig. 53



Gedaante van het houten schijfje ter bepaling der radiale en tangentiale krimping of zwelling.

Daartoe verdeelt men bijv. sectorsgewijze een schijfje stamhout van circa één centimeter dikte, bevestigt, zooals in nevenstaande fig. 53 is voorgesteld, in een dezer deelen drie fijne stiften a, a^1 en a^2 en meet den afstand tusschen a en a^1 en tusschen a^1 en a^2 eerst in den groenen, daarna in den winddrogen toestand van het schijfje.

Een verschil in die afstanden, voor en na het drogen, zal dan door krimping in de richting der mergstralen (aa^1, radiale krimping) en in die der jaarringen (a^1a^2, tangentiale krimping) veroorzaakt zijn.

Voor de bepaling der krimping volgens den draad wordt een houten staaf van ongeveer 1 Meter lengte aan de einden van twee stiften voorzien, en ook nu weer den afstand tusschen beide, voor en na het drogen, bepaald.

Het zou dan reeds, wanneer men op dergelijke ruwe wijze de krimping van verschillende houtsoorten in de richting der vezels, in die der mergstralen en der jaarringen had onderzocht, blijken, dat zij:

1°. in de draadrichting uiterst gering, (zie de tabellen A en B op blz. 232);

2°. in radiale richting zeer aanzienlijk en

3°. in tangentiale richting het grootst was.

Het is duidelijk, dat, daar het krimpen door verlies van water wordt veroorzaakt, het krimpen kleiner of grooter zal zijn al naarmate de hoeveelheid water, die uit het hout verdreven wordt, aanzienlijker is. Wanneer men dus groen hout in den luchtdrogen toestand brengt, zal de krimpmaat geringer zijn dan wanneer men het door verhitting tot 100° C. geheel watervrij maakt. Wij merken daarbij op, dat van 't krimpen van 't groene hout geen sprake zal zijn, wanneer niet al 't water uit de vat- en celholten verwijderd is; eerst daarna zullen de wanden der houtelementen hun water afgeven, eerst dan zal 't krimpen beginnen. [1])

Wil men de grootte der krimping van verschillende houtsoorten vergelijken, dan is men volgens 't bovenstaande genoodzaakt bij het onderzoek uit te gaan van een zelfden toestand en ook te eindigen bij een zelfden toestand. Zijn die begin- en eindtoestanden bij verschillende onderzoekers niet dezelfde, dan zullen ook de resultaten hunner onderzoekingen, afgezien van andere redenen, moeten verschillen.

Een van de jongste onderzoekingen op dit gebied werd verricht door J. A. Frey te Münster i/d Jura, in opdracht van de Directie der Domeinen en Bosschen van het kanton Bern [2]). Frey bepaalde de krimpmaat van het hout van twaalf der voornaamste woudboomen in de richting van den draad en in de richting der mergstralen; daarenboven ook de totale krimping.

---

1) Het in den zomer gevelde hout zal daarom niet meer krimpen dan dat, 't welk in den winter geveld wordt; wel zal het eerste in den regel sneller krimpen. Het kern- en rijphout zal ook om dezelfde reden in den regel (beukenhout maakt een uitzondering) minder krimpen dan splint; van alle houtsoorten is het onderscheid tusschen het krimpen van splint- en kernhout bij eikenhout het aanzienlijkst.

2) *Jahres-Bericht über die Leistungen der Chemischen Technologie für das Jahr* 1883, *blz.* 1195, uit *Mittheilungen des technologischen Gewerbe-museums in Wien.* 1883, blz. 108.

De proefstaven in den prismavorm waren vóór 't drogen alle gedurende eenigen tijd op een zolder bewaard; van krimpen was op 't oogenblik, dat zij voor de eerste maal gemeten werden, geen sprake. Ruim een jaar lang werden toen de blokjes in een kamer, waarin gedurende den winter goed gestookt werd, gedroogd, zoodat zij in een toestand waren, waarin hout ook gebracht kan worden, volgens FREY, ten gevolge „des jahrelangen Liegens unter Dach". Hoeveel de verschillende houtsoorten toen gekrompen waren, is hieronder in tabel A aangegeven. Maar ook werden deze proefstaafjes van al het imbibitiewater bevrijd, door ze daarna ongeveer twee maanden, en daarvan 41 dagen tot circa 100° C., te verhitten. De krimping was toen natuurlijk veel aanzienlijker, zooals uit een beschouwing van tabel B ten duidelijkste blijkt.

Houtsoorten.	Grootte der krimping in percenten.					
	A.			B.		
	In de draadrichting.	In de richting der mergstralen.	Totaal.	In de draadrichting.	In de richting der mergstralen.	Totaal.
Ahornhout.	0.0	1.7	3.4	0.0	4.5	8.9
Beuken „	0.0	4.3	8.4	0.0	7.5	14.4
Dennen „	0.0	2.3	4.6	0.4	5.7	11 4
Eiken „	0.0	3.1	6.1	0.2	6.8	13.3
Espen „	0.4	3.8	7.8	0.3	6.1	12.1
Esschen „	0.0	4.3	8.4	0.0	8.6	16.5
Grenen „	0.0	3.4	6.7	0.2	6.9	13.5
IJpen „	0.3	3.4	7.0	0.1	5.9	11.5
Linden „	0.0	5.7	11.1	0.1	8.8	16.9
Lorken „	0.2	3.4	6.9	0.4	5.2	10.5
Taxis „	0.0	1.1	2.1	0.5	4.3	8.9
Vuren „	0.0	3.1	6.1	0.3	5.7	11.3

Ook NÖRDLINGER [1]) en diens vader, J. NÖRDLINGER, hebben

1) *Die technischen Eigenschaften*, blz. 298 e. v.

een groote reeks van proeven omtrent het krimpvermogen der houtsoorten verricht. Bij hun onderzoekingen werd het hout van den groenen in den luchtdrogen toestand gebracht. De volgende resultaten werden door hen verkregen:

Het sterkst krimpen, (5—8% van 't oorspronkelijk volume) noteboomen-, linden (T. parf.)-, beuken-, haagbeuken-, ahorn (A. dasycarpum L.)-, ijpen (U. effusa Willd.)-, appelboomen-, berken- en elzenhout.

Matig krimpen, (3—5% van 't oorspronkelijk volume) ahorn-, grenen-, populieren-, taxis-, ijpen (U. campestris L.)-, palm-, esschen-, plataan-, espen-, eiken (Q. sessil.)- en acaciahout (Rob. pseud.).

Weinig krimpen, (2—3% van 't oorspronkelijk volume) weymouthspijn-, vuren-, lorken- en eikenhout (Q. pedunc.).

In 't algemeen kan men aannemen, dat de zware houtsoorten van dichten bouw veel meer zullen krimpen dan de lichte soorten; dat loofhout meer krimpt dan naaldhout, enz.

Maar op dezen regel zijn, blijkens de hierboven opgesomde resultaten van eenige proefnemingen, zeer vele uitzonderingen, alleen dit is zeker, dat, *bij een zelfde houtsoort*, het zwaarste hout ook het meeste krimpt. De schrijnwerker verkiest daarom geen zwaar eikenhout voor grond- of blindhout, d. i. als materiaal voor artikelen, die gefineerd moeten worden, 't welk dus zoo weinig mogelijk mag krimpen.

Uit de tabel van Frey zien wij verder ten duidelijkste, dat de krimping van hout volgens de lengte der vezels zeer gering is; in de praktijk behoeft men dus op 't krimpen in de draadrichting geen acht te slaan, te meer, dewijl men bijv. bij bouwhout, waar dit slechts mogelijk is, van kernhout gebruik maakt. (Zie de noot op blz. 231). In radiale richting is de krimping veel aanzienlijker, en bedraagt, volgens Frey, bij lindenhout bijv. circa 6%. Het sterkst krimpt het hout

in de richting der jaarringen; zooals noteboomenhout, volgens NÖRDLINGER, 4—17,6%, esschenhout 2.6—11.8%, enz. [1]).

Van dit verschil van inkrimping zijn, zooals reeds opgemerkt is, een menigte verschijnsels het gevolg; alvorens over te gaan tot 't bespreken van die, welke zich bij de bewerking van 't hout voordoen, wenschen wij de aandacht te vestigen op een paar verschijnsels, die men dikwijls bij boomen terstond na het vellen kan waarnemen.

Zooals wij weten, bestaat er bij gezond hout een hecht verband tusschen alle jaarringen; maar de kracht van samenhang tusschen verschillende ringen van denzelfden stam is niet gelijk, ze verschilt zelfs langs den omtrek van een zelfden jaarring. Verschillende omstandigheden kunnen veroorzaken, dat de samenhang tusschen twee aaneengrenzende ringen zeer gering is; wordt bijv. een smalle jaarring door een zeer breede gevolgd, dan is gewoonlijk het verband, door geringer verdikking der vezels in 't voorjaarshout van den breeden jaarring en door het optreden van tal van vaten in de nabijheid dier grens, veel geringer dan tusschen twee smalle

---

1) In enkele leerboeken wordt opgegeven, dat de krimping van groen hout bij het uitdrogen varieert:

in de draadrichting tusschen 0.2 en 0.8% van het oorspronkelijk volume,
in de radiale richting „ 1.1 en 7.5% „ „ „ „
in de tangentiale richting „ 1.5 en 12% „ „ „ „

In „*des Ingenieurs Taschenbuch*" (HÜTTE, Jaargang 1883) is, op blz. 845, de volgende tabel uit *Engineering* overgenomen:

Krimpen van het hout in percenten.

Houtsoort.	In de draadrichting.	In radiale richting.	In tangentiale richting.
Beukenhout	0.20	0.60	7.65
Eiken „	0.00	2.65	4.13
Esschen „	0.26	5.35	6.90
Grenen „	0.00	2.49	2.87
Linden „	0.10	5.73	7.17
Vuren „	0.00	2.08	2.62

jaarringen. Is een jaarring door vorst beschadigd, ook dan zal de samenhang met den volgenden ring zeer gering zijn.

Wanneer nu de centrale deelen van een stam, met dergelijke zwak verbonden jaarringen, hun watergehalte voor een groot deel verliezen, zooals dit bij de vorming van kernhout bijv. geschiedt, en dientengevolge gaan krimpen, zal de spanning, die daardoor in de richting der spiegels, dus in radiale richting, ontstaat, zoo groot kunnen worden, dat zij den geringen samenhang tusschen twee of meer dezer ringen overwint. Dientengevolge kunnen zich bijv. de centrale houtlagen geheel of gedeeltelijk van de peripherische losscheuren. Op deze wijze moet waarschijnlijk het ontstaan verklaard worden van de zoogenaamde *rinkelscheuren*, die men op de grens van twee jaarringen, op grooter of kleiner afstanden van het hart bij pasgevelde populieren, wilgen en andere boomstammen zoo dikwijls kan aantreffen. Loopt de scheur langs den ganschen omtrek van een jaarring, dan ligt natuurlijk het gedeelte binnen de scheur soms over een groot deel van de lengte van den stam geheel vrij en afgescheiden van het overige stamhout. Men noemt zulk hout *loshartig*; de waarde van een stam wordt door dergelijke scheuren natuurlijk zeer verminderd, want zware balken kan men uit het lichaam niet vervaardigen; men moet het dus aan speciale doeleinden dienstbaar maken.

Maar behalve deze rinkelscheuren kunnen ook nog andere scheuren, ten gevolge der uitdroging der centrale deelen, optreden.

In tangentiale richting, dus in de richting der jaarringgrenzen, is de inkrimping van het hout zeer aanzienlijk, en zij zal het grootst zijn in die jaarringen, die het sterkst aan uitdroging zijn blootgesteld. Bij het verminderen van het watergehalte in de centrale lagen van den stam, zal er dus ook in tangentiale richting groote spanning ontstaan; de jaarringen, die, zooals wij weten, door de spiegels of mergstralen doorsneden worden, bezitten ter plaatse waar zulks geschiedt, en vooral daar, waar dikke mergstralen optreden, geen zeer groote vastheid, wat waarschijnlijk aan de geringe verdikking der mergstraalcelwanden

zal te wijten zijn. Daar zal dus de spanning, door krimping veroorzaakt, de cohaesie tusschen de houtdeeltjes overwinnen en scheuren in de spiegelrichting kunnen doen ontstaan. Hoewel nu ringen in de nabijheid van den mergkoker meer uitgedroogd zijn, zullen die, welke zich op eenigen afstand daarvan bevinden, zich meer kunnen samentrekken, en dus de scheur daar ter plaatse een tamelijk aanzienlijke breedte bezitten; in de jaarringen, die aan 't splint grenzen of in 't splint gelegen zijn, zal de breedte der scheur weer verminderen, daar splint en schors als een knellende band de gescheurde deelen in hun nabijheid weer trachten saam te drukken [1]). Men ziet dus ook in gevelde ijpen-, populieren-, kastanje- en beukenboomen, enz. soms tal van zoogenaamde *hartscheuren* (fig. 55), die op eenigen afstand van het hart het breedste zijn, en reeds, terwijl de boom op stam stond, werden gevormd.

Fig. 55.



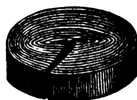
Hart- of spiegelscheuren in een stam.

Zeer dikwijls gebeurt het, dat de spanning, door het krimpen veroorzaakt, met de cohaesie in tangentiale richting in evenwicht blijft, zoolang de boom niet geveld, of na de velling niet verdeeld wordt; tijdens deze bewerkingen wordt het evenwicht evenwel meestal verbroken, zoodat plotseling één of meer hartscheuren met groot geweld ontstaan.

---

1) Men kan zich door middel van een radiale zaagsnede in een schijf van een of ander nog niet uitgedroogd stammetje (fig. 54) gemakkelijk van deze werking van het splint overtuigen; de snede sluit zich aan den omtrek van 't schijfje en verbreedt zich in de nabijheid van 't centrum. In dit gedeelte, dus in het oudste, wordt nu aan het krimpen der ringen in tangentiale richting in 't geheel geen weerstand meer geboden, de ringen trekken zich dus te zamen. Maar in de buitenste, de jongere lagen zijn de vezelwanden door de groote hoeveelheid imbibitiewater zeer sterk gezwollen, zoodat zij in den stam op elkaar een sterke drukking in tangentiale richting uitoefenden. Door de verwijdering van de vezels, op de plaats waar de zaagsnede werd aangebracht, wordt die drukking opgeheven en kunnen zich dus nu de niet verwijderde vezels ongestoord uitzetten, natuurlijk gaat dit met een vernauwing der zaagsnede gepaard.

Fig. 54.



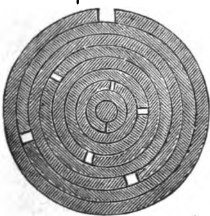
Gedaante der zaagsnede door de splint- en kernhoutlagen van een schijfje groen stamhout.

Natuurlijk zullen deze scheuren (ook spiegel- en boschscheuren genoemd) vooral wanneer zij over de geheele lengte van den stam voorkomen en door reeds ontleed of ziek hout worden begrensd, hetgeen aan het worteleind van oude stammen dikwijls het geval is, als gebreken van den boom diens waarde zeer verminderen.

Heeft het hout tijdens den groei aan alle spanningen weerstand geboden, blijkt de stam direct na het vellen dus geheel en al vrij van hart- en rinkelscheuren te zijn, zoo kunnen toch, in meerder of minder mate afhankelijk van de verdere behandeling, ten gevolge van uitdrogen, scheuren in den gevelden stam ontstaan.

Moeielijk zullen de stammen scheuren bekomen, wanneer hun hout zeer gelijkmatig is gegroeid, de jaarringen nagenoeg alle dezelfde breedte hebben, en zij *in de schors* langzaam en gelijkmatig kunnen uitdrogen; wordt de schors evenwel terstond na 't vellen verwijderd, dan kan van gelijkmatig drogen geen sprake meer zijn, en hoe gelijkmatig het hout ook gegroeid moge zijn [1]), het scheurt dan toch, want aan de oppervlakte van den stam, zal nu, na de verwijdering der schors (§ 22) de waterverdamping het sterkst zijn, en zullen dientengevolge de vezels in den jongsten jaarring reeds een groot gedeelte van hun imbibitiewater verloren hebben, voordat de waterverdamping in andere en meer centrale lagen begint. De ring zal krimpen en, daar zijn omvang geringer wordt dan die der omsloten houtmassa, ook scheuren op het zwakste deel van zijn omtrek, wanneer er geen samenhang bestond tusschen de jaarringen onderling. Daarna zou ook de volgende jaarring op zijn beurt door de samentrekking vaneen gereten worden, enz. Men zou dus, daar de

Fig. 56.



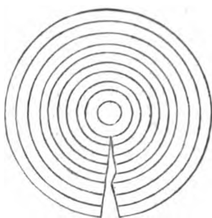
Uiterlijk van het kopvlak van een ontschorsten stam, na de krimping der jaarringen, indien deze niet met elkaar samenhingen.

1) „Resonanzholz" dat zulk een gelijkmatigen bouw bezit, zal niet scheuren, wanneer het goed behandeld wordt.

grootte der inkrimping naar het centrum afneemt — wegens het geringer aantal krimpende vezels, naarmate men het hart nadert, in elken jaarring — op het kopvlak van den stam het krimpingsverschijnsel kunnen waarnemen, dat in fig. 56 is afgebeeld.

Nu evenwel tusschen de jaarringen onderling een grooten samenhang bestaat, zal, door de vereenigde werking der ringen, ten gevolge van het uitdrogen en krimpen, aanvankelijk een enkele radiale scheur ontstaan, die, om de zooeven vermelde reden, aan den omtrek van den stam de grootste breedte vertoonen moet (fig. 57). Wordt door deze eerste scheur de spanning in de richting der jaarringen nog niet voldoende opgeheven, dan ontstaat er diametraal tegenover een tweede — of wel, er vormen zich meerdere scheuren op regelmatige afstanden van elkaar, indien de ringen n.l. van gelijkmatigen bouw zijn (fig. 58). Is dit niet 't geval, zijn de jaarringen zeer onregelmatig gebouwd of ligt bijv. de mergkoker excentrisch, dan zullen de scheuren minder regelmatig langs den omtrek optreden, maar in de zwakste deelen der ringen worden gevormd.

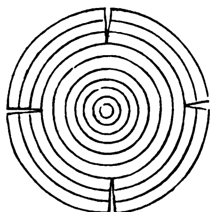
Fig. 57.



Schematische voorstelling van de gedaante eener scheur op 't kopvlak van een ontschorsten stam.

Dergelijke scheuren, aan den omtrek ontstaan, loopen in den regel recht op het hart aan. Bij uitzondering, zooals bijv. bij oude dennen (Ab. pect. D. C.) en bij vuren stammen, die hoog uit 't gebergte komen, loopen zij zigzagvormig; de scheuren wijken n.l. nu en dan uit in tangentiale richting op de grens van twee jaarringen, en vervolgen plotseling weer hun weg in radiale richting, enz.

Fig. 58.



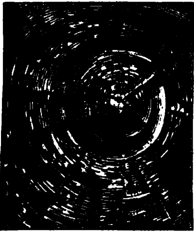
Schematische voorstelling van het kopvlak van een ontschorsten stam, met meerdere scheuren.

Zeer dikwijls kunnen deze scheuren niet tot aan het hart van den stam doordringen. Dit is bijv. het geval, wanneer tusschen twee opeenvolgende jaarringen weinig of geen samenhang

bestaat; waar dit plaats heeft eindigt de scheur; waarschijnlijk zullen nu ook wel in het meer binnenwaarts gelegen stamdeel scheuren ontstaan, maar geheel onafhankelijk van die in het peripherisch gedeelte, zoodat dan een stam op dwarsche doorsnede zich kan vertoonen als in fig. 59 is afgebeeld.

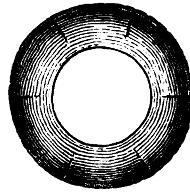
De genoemde krimpverschijnsels kan men bij rondhout zeer dikwijls waarnemen; meest altijd ziet men daar op de kopvlakken talrijke radiale scheuren, vooral wanneer er een intensieve waterverdamping na 't ontschorsen plaats heeft gehad (men verhindert dit somwijlen door het aanbrengen van een verflaag, of door 't plakken van papier op den stam). Laat het doel, waarvoor men een stam bestemd heeft, een verwijdering der centrale jaarringen toe (uitboren van 't hart), dan kunnen de overblijvende zich bij het drogen meer ongehinderd samentrekken, en zullen er dus, hoogstens enkele, maar altijd zeer kleine en smalle scheurtjes aan den omtrek ontstaan (fig. 60).

Fig. 59.



Dwarsche doorsnede van een vierkant behakten stam, (loshartig).

Fig. 60.



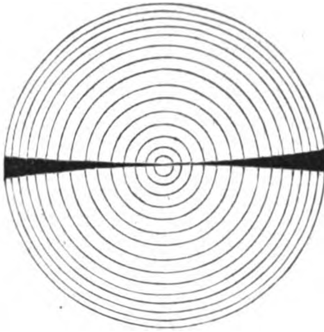
Kopvlak van een uitgeboorden stam.

Wordt de stam door het hart gekloofd (wagenschot) of door een overlangsche zaagsnede in twee gelijke deelen verdeeld, en dus elke jaarring gehalveerd, ook dan kunnen deze zich meestal in voldoende mate bij het drogen samentrekken, en wordt de spanning aan den omtrek niet meer zoo groot, dat daardoor breede scheuren kunnen worden gevormd; daar evenwel de peripherische jaarringen het sterkst inkrimpen, zal dit, hoe gering de inkrimping ook zijn moge, ten gevolge hebben, dat het oorspronkelijk platte splijt- of zaagvlak gebogen wordt, en des te meer naarmate de uitdroging voortschrijdt (fig. 61).

Een verdeeling door twee haaksche, overlangsche zaagsneden, zal spanning aan den omtrek bijna geheel onmogelijk maken; dat de snijvlakken zich bij 't uitdrogen der stukken zullen

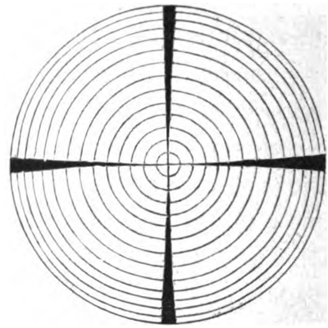
buigen, zooals in fig. 62 is voorgesteld, zal na 't voorgaande geen toelichting behoeven.

Fig. 61.



Voorstelling van de buiging van het splijt- of zaagvlak bij halfhout.

Fig. 62.



Voorstelling van de buiging van het splijt- of zaagvlak bij vierendeelshout.

Hierboven hebben wij meegedeeld, dat de krimping der houtvezels in de richting der lengte uiterst gering is. Wordt de lengte van een stamdeel evenwel zeer aanzienlijk, dan treedt ook de krimping volgens die afmeting in het spel; men zal dus, omdat de jongere (buitenste) jaarringlagen veel meer krimpen dan de andere (binnenste), talrijke krimpingsverschijnsels dientengevolge kunnen waarnemen. Bij halfhout zullen de scheuren ontstaan, zooals in fig. 63 afgebeeld is; bij stukken, wier dikte aanzienlijk, maar toch veel geringer dan de breedte is, zooals bijv. bij platen, scheuren dikwijls de kopeinden dwars door midden (fig. 64), enz., enz.

Fig. 63.



Voorstelling van gescheurd halfhout, van aanzienlijke lengte.

Beslagen of behakt hout zal natuurlijk veel minder scheuren dan rondhout, dat zonder schors gedroogd is; meer evenwel dan in de schors gedroogde stammen. Door 't beslaan toch verkrijgt men bijv. een balk van vierkante of rechthoekige dwarsche doorsnede; een groot gedeelte van het splint of van het rijphout, kortom veel jong hout, wordt daardoor aan den stam ontnomen. De invloed van

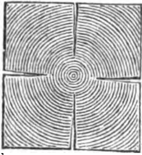
Fig. 64.



Scheur in het kopeind van een plaat.

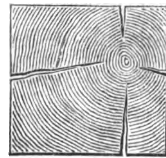
dit hout, die, zooals wij weten, niet gering is [1]), zal dus door het beslaan veel verminderen. Toch wordt de toestand niet zóó gunstig, dat scheuren in beslagen of behakt hout, ten gevolge van het uitdrogen niet meer kunnen optreden. In de fig. 65 en 66 zijn de kopvlakken afgebeeld van twee vierkant beslagen balken; bij den eersten ligt het hart middelpuntig, bij den tweeden uitmiddelpuntig. De balken zijn beide gescheurd. In fig. 65 zijn die scheuren op 't midden der platte vlakken ontstaan, en hebben zij zich in de richting der spiegelstralen voortgeplant; in fig. 66 zijn die scheuren evenwel niet op zoo regelmatige afstanden van elkaar geplaatst. Wanneer men beide figuren, waarin ook het beloop der jaarringen is voorgesteld, aandachtig beschouwt, dan zal men na goed begrip van de voorgaande mededeelingen begrijpen, dat, zoo er door te sterk uitdrogen scheuren moesten ontstaan, die nergens anders gevormd konden worden dan ter plaatse als in de figuren is aangegeven. Daar toch ondervindt de spanning den minsten weerstand.

Fig. 65.



Kopvlak van een vierkant beslagen balk met scheuren.

Fig. 66.



Kopvlak van een vierkant beslagen balk — het hart ligt uit het midden — met scheuren.

Bevindt zich de mergkoker in de onmiddellijke nabijheid van den kant van een balk, dan ontstaan er gewoonlijk scheuren in de aan dien kant tegenovergestelde zijvlakken (zie fig. 67).

Fig. 67.

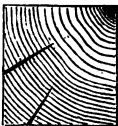


Fig. 68.

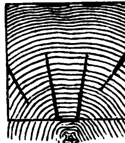


Fig. 69.



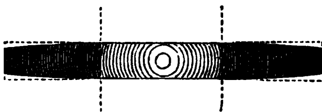
1) Kernhout krimpt in den regel niet zooveel als splint- en rijphout; kernhout van beuken, zegt men, maakt hierop een uitzondering.

Is de balk zoodanig uit den stam gezaagd, dat de mergkoker er geheel buiten valt (fig. 68 en 69) dan ontstaan er, òf scheuren in de oudste, òf in de jongste lagen. Dit hangt af, zoowel van de mate van samenhang der vezels als van de omstandigheid of jongere (fig. 68) dan wel oudere lagen (fig. 69) in grooter aantal voorhanden zijn.

Zeer belangrijk zijn voor de praktijk der houtbewerking de krimpingsverschijnsels, die men bij stukken hout waarneemt, wier dikte in vergelijking met lengte en breedte zeer gering is. Bij dergelijke stukken, bijv. planken, heeft men, ten gevolge van plaatselijke of ongelijkmatige vermindering van het imbibitiewater minder scheuren, dan wel een krom- en scheeftrekken te vreezen.

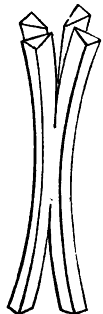
Is de plank zoodanig uit den stam gesneden, dat de mergkoker of het hart van den boom zich in de plank bevindt (fig. 70) dan *kunnen* er scheuren ontstaan in het midden der kopvlakken [1]). Maar zeker *zal* de oorspronkelijk rechthoekige dwarsdoorsnede geheel veranderen, omdat bij het drogen de splintlagen de grootste hoeveelheid water verliezen en dus ook het sterkst zullen krimpen. In de figuur is deze vervorming duidelijk voorgesteld.

Fig. 70.



Wordt uit de plank (fig. 70) het hart weggezaagd dan zullen de beide smalle planken, die (ter weerszijde der vertikale stippellijnen) dan overblijven, niet kromtrekken. Spanningen toch, die daartoe aanleiding zouden geven, kunnen hier in gewone omstandigheden niet optreden (hout voor klankbodems).

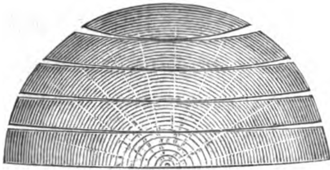
Fig. 71.



1) Men zie de beschrijving bij fig. 64. Ten einde de relatief sterke krimping der splintlagen volgens de lengteas van een balk in vergelijking met die der centrale lagen nog duidelijker voor te stellen, wijst NÖRDLINGER (*Die techn. Eigensch.* blz. 286) nog op vierendeelshout, dat, zoo de schors niet verwijderd wordt, zelden scheurt, maar „sich gern aus einander krümmt" (fig. 71).

Wordt evenwel een stam verdeeld, zooals bijv. in fig. 72 zichtbaar is, dan zullen de gevormde planken bij 't drogen altijd moeten kromtrekken, al is ook de temperatuur en vochtigheidstoestand der lucht aan beide zijden van elke plank dezelfde; en wel destemeer naarmate zij op grooter afstand van het hart uit dèn stam zijn gesneden.

Fig. 72.



Voorstelling van het kromtrekken van planken, op de kopvlakken gezien.

Waarom dit het geval is, en waarom de convexe zijde der kromgetrokken planken zich aan de hartzijde zal bevinden, zijn vragen, waarvan wij na al 't voorgaande de beantwoording veilig aan den lezer kunnen overlaten. Ook zal men licht inzien, dat, daar ook de krimping volgens de lengte aan beide zijden der planken niet dezelfde is, deze ten gevolge van de samenwerking van al deze ongelijke werkingen *windscheef* zullen worden.

Natuurlijk zullen deze verschijnsels in meerder of minder mate gewijzigd worden, wanneer de planken, uit ronde klossen afkomstig, gekantrecht, of uit half- en vierendeels-hout gesneden zijn, enz. Welke veranderingen overigens optreden zullen bij het gelijkmatig drogen van houtstukken van anderen vorm als hierboven behandeld zijn (bijv. dunne schijven) en welke veranderingen van een plaatselijk ongelijkmatig uitdrogen het gevolg moeten zijn — dat alles hier nog te behandelen zou te veel plaatsruimte vorderen, en, naar wij hopen, ook overbodig zijn voor hen, die van het voorgaande met vrucht kennis namen.

Wat nu ten slotte betreft de gevolgen van het opnemen van water door betrekkelijk droog hout, zoo zij opgemerkt, dat daardoor verschijnsels verkregen worden tegenovergesteld aan die, welke wij met wateronttrekking gepaard zagen gaan. Het volume van het hout, dat in het laatste geval verminderde, neemt weer toe, wanneer het hout water opneemt.

Scheuren, die zich in luchtdroog hout hebben gevormd, sluiten zich, wanneer dit met vochtige lucht in aanraking komt.

Kromgetrokken planken nemen in een vochtige omgeving de gedaante weer aan, die zij vóór de uitdroging bezaten.

Natuurlijk zal ook dat hout het meest zwellen, waarvan de vezels zich het sterkst hebben saamgetrokken tijdens de vermindering van het watergehalte — de afmetingen van het hout zullen in die richtingen het sterkst toenemen, waarin de krimping zich het meest heeft doen gelden, m. a. w. de zwelling in de richting der jaarringen zal het grootst, die in de vezelrichting het geringst zijn. Ten bewijze hiervan kan de volgende tabel dienen.

Houtsoorten.	Zwellen in de richting		
	van den draad; in %.	van de spiegels; in %.	van de jaarringen; in %.
Ahornhout	0.072	3.35	6.59
Berkenhout (Duitsch)	0.222	3.86	9.30
Beukenhout	0.200	5.03	8.06
„ (Haag-)	0.400	6.66	10.90
Cederhout (van Libanon)	0.017	1.30	3.38
Dennenhout	0.122	—	—
„ 300 jaar oud	0.086	4.82	8.13
Djatihout (O. Ind.)	0.220	1.12	3.20
Ebbenhout (zwart)	0.010	2.13	4.07
Eikenhout (zomer- of winter-??)	0.400	3.90	7.55
Elzenhout	0.369	2.91	5.07
Esschenhout	0.821	4.05	6.56
Grenenhout	0.120	3.04	5.72
IJpenhout	0.124	2.94	6.22
Kastanjehout (wild)	0.088	1.84	5.82
Lindenhout	0.208	7.79	11.50
Lorkenhout	0.075	2.17	6.32
Mahoniehout	0.110	1.09	1.79
Noteboomenhout	0.223	3.53	6.25
Populierenhout	0.125	2.59	6.40
Vurenhout	0.076	2.41	6.18
Weymouthspijnhout	0.160	1.80	5.00
Wilgenhout (gemeines?)	0.697	2.48	7.31

Men vindt in de tabel de uitkomsten van een reeks onderzoekingen, die door Laves werden verricht [1]).
Hoewel van ouden datum, worden deze proefnemingen nog altijd als de beste op dit gebied beschouwd, en de uitkomsten nog immer door de hedendaagsche technici aangehaald. Ten einde de zwelling in de lengterichting bij verschillende houtsoorten te kunnen vergelijken, gebruikte hij korte staafjes van 157 mM. lengte, 8.7 mM. breedte en 1.6 mM. dikte (6″ × 4‴ × $^3/_4$‴). Deze werden vooraf volkomen uitgedroogd en daarna met water verzadigd; de vermeerdering der lengte werd met behulp van een noniusapparaat gemeten. Hetzelfde geschiedde met de houten schijfjes, waarmede de zwelling in de richting der jaarringen en der mergstralen werd bepaald; deze schijfjes waren circa 1 mM. ($^1/_2$‴) dik.

Zoowel het verliezen als het opnemen van water veroorzaakt dus *werken* van het hout.

Op welke wijze men in de praktijk der houtbewerking in sommige gevallen van het imbibitievermogen der houtvezels partij trekt, en van welke middelen men zich daar bedient om zooveel mogelijk het werken van het hout te voorkomen, zal bij de beschrijving der voorbereiding dezer grondstof en bij die harer mechanische vervorming ter sprake moeten komen.

1) Volgens Nördlinger: *die techn. Eigensch.* en deze volgens: *Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins*, 12de afl., blz. 300 e. v.

In het volgende Hoofdstuk zullen wij eindelijk de voornaamste houtsoorten, in het bijzonder die, welke in Nederland en aangrenzende landen als bouw- en werkhout worden gebruikt, aan een speciale beschouwing onderwerpen.

Vele van deze houtsoorten komen ook in ons vaderland voor.

Het zoogenaamde *inlandsch* hout is evenwel niet altijd uitstekend bouw- en werkhout; zeer dikwijls bezit het geringe afmetingen, enz., waardoor men dan genoodzaakt is zijn toevlucht tot *buitenlandsch* hout te nemen.

Het bouw- en werkhout, dat in de volgende bladzijden zal beschreven worden, is afkomstig van naald- en loofboomen. Dienovereenkomstig brengen wij het dan ook tot twee groote afdeelingen:

Afdeeling **a**, naaldhout,
„ **b**, loofhout,

die achtereenvolgens in behandeling zullen komen.

In elke afdeeling zal de beschrijving der, naar onze meening, meest gewichtige soorten aan die van minder belangrijke vooraf gaan.

Overigens zal getracht worden zoo nauwkeurig mogelijk, van elke houtsoort te vermelden:

1. de afkomst,
2. het uiterlijk aanzien,
3. den elementairen bouw,
4. de verschillende technische eigenschappen en
5. de toepassing in de mechanische nijverheid.

ZESDE HOOFDSTUK.

Bijzondere beschrijving van houtsoorten.

a. Naaldhout.

81. De boomen, die ons het **naaldhout** leveren, de naaldboomen of coniferen, stellen veel geringer eischen aan hun groeiplaats dan loofboomen. Ze zijn beter bestand tegen groote afwisselingen van koude en warmte en vorderen geen vetten bodem. Men treft ze dientengevolge zoowel in de vlakten als op de bergen der gematigde en koude luchtstreken tot hoog in het Noorden aan; in warme gewesten komen zij slechts aan de uiterste grenzen van den boomachtigen plantengroei voor.

Naaldboomen hebben verder meer geneigdheid tot een gezellig leven; zij groeien in een dichten stand en vormen meestal uitgestrekte wouden. Gewoonlijk zijn de stammen zeer recht; hun doorsnede neemt van den voet naar den top gelijkmatig af.

Het naaldhout bestaat slechts uit tracheïden en houtparenchym; het onderscheidt zich voornamelijk van loofhout door het gemis aan vaten. De kleur van het hout is wit, lichtbruin of roodachtig bruin.

In den regel riekt het harsachtig; is dit het geval, dan treft men reeds, bij nauwkeurig onderzoek met de loupe, de harsgangen in het hout aan; die gangen bevinden zich zoowel in de mergstralen (horizontaal) als in het herfsthout der jaarringen (vertikaal).

De mergstralen behooren tot de met het bloote oog onzichtbare soort; ze worden eerst met de loupe waargenomen.

Het microscopisch onderzoek leert, dat de mergstralen volgens de breedte meestal uit één cellenreeks, volgens de hoogte (in de draadrichting) uit een verschillend aantal celrijen bestaan — zelden bedraagt die hoogte meer dan 0.5 mM.

Daar de celwanden der mergstralen op verschillende wijze gestippeld zijn, hebben wij daarin een uitstekend middel om met het microscoop naaldhoutsoorten te onderscheiden (grenen- van dennen- en vurenhout).

De jaarringen zijn nu eens meer dan eens minder duidelijk waar te nemen; gewoonlijk is het herfsthout donkerder van kleur dan het voorjaarshout, en zijn ook de tracheïden in het herfsthout meer verdikt.

De wanden der tracheïden zijn met groote hofstippels bedekt, wier middellijn weinig geringer is dan de breedte der vezels (0.02—0.05 mM.); soms zijn de tracheïden ook nog spiraalvormig verdikt (taxishout).

Bij laatstgenoemde houtsoort ontbreekt houtparenchym (volgens Sanio); bij geen der andere naaldhoutsoorten is dit het geval.

Men treft onder het naaldhout zeer duurzame houtsoorten aan, die zelfs, wat deze eigenschap betreft, niet voor eikenhout onderdoen; het wordt weinig door den worm aangetast en is in den regel minder aan gebreken onderhevig dan loofhout.

Wij kunnen dit hout als bouwhout moeielijk ontberen; als werkhout wordt het in vergelijking met dat der loofboomen minder gezocht.

Het naaldhout, hetwelk hier te lande gebruikt wordt, voert men hoofdzakelijk aan uit Duitschland, Scandinavië, Rusland en Amerika, omdat het inlandsche te gering is, niet alleen in qualiteit, maar ook wat de quantiteit betreft.

---

82. Grenenhout. Als bouw- en werkhout wordt heden ten dage ook in ons vaderland grenenhout gebruikt, dat van verschillende boomsoorten afkomstig is; deze boomsoorten behooren evenwel alle tot het coniferengeslacht Pinus.

In de praktijk verdeelt men 't grenenhout, naar de landen van herkomst, in: gewoon (Europeesch) en Amerikaansch grenenhout; een verdeeling, die wij zullen overnemen, daar zij tegen een wetenschappelijke indeeling niet strijdt.

Wij behandelen nu achtereenvolgens deze beide hoofdsoorten.

Het **gewone(Europeesche) grenenhout**, dat in ons vaderland gebruikt wordt [1]), stamt hoofdzakelijk af van den **groven den** (**Pinus sylvestris L.**). Deze boom komt tegenwoordig voor in gansch Midden- en Noord-Europa [2]) en groeit voornamelijk in zandige vlakten of op bergen [3]); in Zweden (provincie Norrland), in Noorwegen (voornamelijk in de Oostelijke deelen, in de stiften Christiania en Trondhjem); in Rusland (gouvernement Grodno, Lijfland en de Poolsche provinciën) en in Duitschland (laagland oostelijk van de Elbe) komen uitgestrekte wouden van deze boomen voor.

In ons land werd de boom oorspronkelijk niet aangetroffen, maar is als cultuurplant ingevoerd (op hei- en zandgronden van Overijsel, Gelderland, enz.). Onze grove dennen bereiken evenwel hun wasdom niet; ze worden slechts een halve eeuw oud.

Het inlandsch hout heeft geringere afmetingen en is van minder hoedanigheid dan dat, hetwelk hier te lande gebruikt en uit de bovengenoemde landen ingevoerd wordt.

---

1) Het grenenhout, dat bijv. in Oostenrijk verwerkt wordt, is meerendeels afkomstig van den zwarten den (Pinus Laricio var. austriaca Tratt.); dat, hetwelk in Italie, Spanje en Zuid-Frankrijk wordt gebruikt, zeer dikwijls van Pinus pinea L., enz.

2) Ook in de Spaansche Pyreneën en in de centrale Spaansche hooggebergten treft men grove dennen aan in den gordel tusschen 974 en 1948 Meters boven 't oppervlak der zee.

3) In Midden- en Noord-Europa vermijdt de grove den de bergen, terwijl hij in Zuid-Europa slechts in de bergen voorkomt. Daar toch vindt hij de noodige drie maanden rust in den winter, geringe vochtigheid en weinig nevel.

In Gallicië bereikt de grove den de grootste afmetingen. Het hout dezer dennen is bij uitstek fijn, taai, elastisch en vast; het aantal kwasten uiterst gering. Als Dantziger-grenen komt dit hout in den Duitschen handel en is zeer gezocht; de kleur is tamelijk licht. Uit de Ukraine en Lijfland is het beste Russische hout afkomstig; het wordt van daar per vlot langs de Düna naar Riga gevoerd en is als Riga-grenen bekend. Dit hout heeft eveneens uitstekende eigenschappen en is zeer duurzaam; het is niet zoo vrij van kwasten als het Dantziger grenenhout.

Het grenenhout uit Zweden en Noorwegen [1]) heeft een donkerder kleur, is zeer harsrijk, en munt uit door groote vastheid en duurzaamheid; de houtvezel is fijn, terwijl de breedte der jaarringen zeer weinig verschilt; het hout heeft dus een zeer gelijkmatigen bouw.

De stam is al naar den aard van den grond recht en tot een groote hoogte van takken bevrijd of laag en krom en reeds op geringen afstand boven den grond sterk vertakt.

In een gunstigen bodem, die weinig weerstand biedt aan 't indringen van zijn paalwortel, een bodem, die niet te vochtig en niet te vet is, bereikt de grove den, in niet te dichten stand, een hoogte van 20—30 M. bij 9—12 dM. diameter van den stam.

Al naar de gesteldheid van den bodem en andere omstandigheden, die op den groei van invloed zijn, kan de boom

---

1) In ons land hoort men nu en dan nog spreken van *Koperwijksch grenen- en vurenhout.* Dit is zeer fijn hout, hetwelk uitstekende eigenschappen bezit. Of juister gezegd: bezat, want echt Koperwijksch hout wordt hier te lande niet meer aangevoerd. De Heer F. H. WESSELING, lid der firma BONTEKONING en AUKES te Amsterdam, deelde ons n.l. dienaangaande mede, dat Copervick een klein plaatsje was, in de nabijheid van Drammen, in de golf van Christiania (Noorwegen) gelegen, van waar *voorheen* het fraaiste en fijnste hout — Koperwijksch — naar Nederland werd gevoerd. Drammen was de uitvoerhaven. Nadat te Copervick al het beste hout was geveld, voerde men evenwel van Drammen nog altijd grenen- en vurenhout uit en al dit hout behield den naam van Koperwijksch-hout. Langzaam geraakt deze benaming in onbruik; vooral ook, omdat men tegenwoordig uit Drammen en omstreken meestal geschaafde en geploegde deelen aanvoert.

binnen korten of na langen tijd de grootste hoeveelheid hout van de beste qualiteit vormen [1]).

De houtvester laat daarom zoowel dennen van 40, als van 80 en 120 jaar vellen [2]).

De grove den is een kernhoutboom [3]); zijn hout is grof en eenigszins glanzig. Het splint, dat zich over 25 tot 80 jaarringen uitbreidt, heeft, evenals het aangenaam riekende kernhout, korten tijd na de velling een gele tot roodachtig witte kleur; het kernhout neemt tijdens het uitdrogen een bruinachtig roode kleur aan.

De jaarringen zijn zeer duidelijk waar te nemen, 't geen aan den rijkdom aan hars van de cellen in 't herfsthout toe te schrijven is, die zich dientengevolge door een bruine kleur duidelijk van het voorjaarshout onderscheiden. De jaarringen, die in de eerste helft van den groeitijd zijn gevormd, zijn breeder dan de later gevormde, daar de grove den in de eerste periode van zijn leven veel sneller groeit; dikwijls zijn de ringen ook gegolfd.

De mergkoker heeft meestal een relatief groote doorsnede; de diameter varieert n.l. tusschen 1 en 4 mM.

Met *de loupe* ontdekt men, voornamelijk in de herfsthoutlaag der jaarringen, talrijke en wijde harskanalen; vervolgens ook de zeer talrijke en fijne mergstralen.

Bij *microscopisch onderzoek* blijkt het hout te bestaan uit tracheïden en houtparenchym.

Op tangentiale doorsnede ziet men, dat de mergstralen ge-

---

1) Wenscht men zeer dikke grenen stammen, dan worden ze geteeld door enkele exemplaren uit den stand te laten doorgroeien, terwijl alle andere geveld worden. Zoodoende bereikt een grove den somwijlen het dubbele van den gewonen leeftijd.

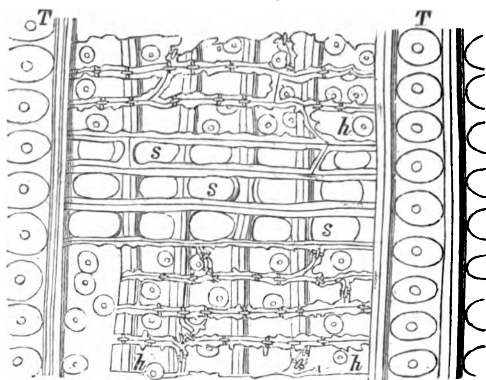
2) De houthakkers beweren, dat, als de schors aan den voet van den groven den zwart gekleurd en van zeer diepe scheuren voorzien is en eerst hoog boven den grond lichter van kleur en glad begint te worden, het hout sponsachtig (met breede jaarringen) en dus van geringe qualiteit is; is daarentegen de schors aan den voet lichter van kleur en meer geschilferd dan gescheurd, en wordt zij reeds op geringe hoogte boven den grond glad, dan heeft het hout smalle jaarringen en een vaste, goede textuur.

3) Eerst na circa 25 jarigen leeftijd vormt zich kernhout in den stam.

woonlijk één cel breed zijn; slechts die, welke harskanalen bezitten, bestaan gedeeltelijk uit twee rijen, daar dan aan beide zijden het kanaal door één rij cellen wordt begrensd; boven en beneden den harsgang zijn de mergstralen weer één cel breed.

In de draadrichting bestaan de, tot 0.6 mM. hooge, mergstralen uit een verschillend aantal celreeksen; de cellen, in die vertikaal boven elkaar geplaatste rijen, zijn van elkaar te onderscheiden door verschil in wandverdikking. Dit blijkt zeer duidelijk uit een radiale doorsnede. Zooals in nevensstaande figuur (fig. 73) is aangegeven, zijn de wanden der cellen uit de bovenste en onderste lagen zeer eigenaardig verdikt niet alleen, maar ze bezitten ook kleine hofstippels; de wanden der cellen uit de centrale mergstraalrijen zijn daarentegen met gewone, doch zeer groote stippels voorzien, die meestal de gansche hoogte der mergstraalcellen innemen.

Fig. 73.



Mergstraal uit grenenhout (radiale doorsnede).
h, h, h, kleine hofstippels in de onregelmatig, tandvormig verdikte celwanden der uiterste celrijen.
s, s, s, groote stippels in de regelmatig verdikte celwanden der centrale celrijen.
T, T, tracheïden met groote hofstippels.
Vergr. 400 maal.

Door dezen bouw der mergstralen is het grenenhout ten duidelijkste van vuren- en dennenhout te onderkennen.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.310—0.828 (gem. 0.569), groen = 0.38—1.078.

II. *Krimpen* [1]. A) In de richting van den draad = 0.008—0.201 %;
B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 0.6—3.8 %,
b) in die der jaarringen = 2—6.8 %.

1) De waarden voor 't krimpen zijn voor 't meerendeel door NÖRDLINGER en zijn vader bepaald; zij gelden voor groen hout, dat in den luchtdrogen toestand is gebracht.

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.120 % (LAVES);

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 3.04 % (L.)

b) in die der jaarringen = 5.72 % (L.)

Volgens WEISSBACH [1]) bedraagt:

de vermeerdering in volume = 4.8 %,

„ „ „ gewicht = 102 %.

IV. *Elasticiteit en vastheid* [2]). (In kilogr. per mM^2).

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.72 (M.) [3]), 1.633 (Ch. en W.)

Elasticiteits-coëfficiënt = 1198.5 (M.), 1201 (T.), 564,1 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 4.27 (M.), 7.20 (T), 9.00 (splinth. B.), 2.60 (kernh. B.), 2.48 (Ch. en W.), 1.44—11.88 (N.).

---

1) WEISSBACH verzadigde luchtdroog hout met water. Nadat 't hout circa 2 maanden in 't water had gelegen, was het zwellen reeds geëindigd; de gewichtsvermeerdering duurde somwijlen 2 à 3 jaren voor zij het maximum had bereikt.

2) Volgens *„des Ingenieurs Taschenbuch, herausgeg. v. d. V. „Hütte"*, zijn de gemiddelde waarden (Kg. per mM^2.) der elasticiteits- en vastheidscoëfficiënten voor grenenhout de volgende:

Elasticiteits-coëfficiënt.	Elasticiteits-grens voor		Vastheids-coëfficiënt voor			
	Rekking.	Drukking.	Rekking.	Drukking.	Afschuiving.	Buiging.
1100	2.7	1.2	9.00	4.50	0.50	6.80

Als vastheids-coëffic. voor afschuiving dwarsdraads wordt voor naaldhout 1.25 aangegeven.

3) M. = MICOLASCHEK.
Ch. en W. = CHEVANDIER en WERTHEIM.
N. = NÖRDLINGER.
B. = BAUSCHINGER.
} Deze onderzoekers zijn reeds meermalen door ons aangehaald.
T. = TETMAJER. Men zie:

Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidgen. Polytechnikum in Zürich, Heft 2: Methoden und Resultate der Prüfung der Schweiz. Bauhölzer, Bearbeitet von L. TETMAJER, Ingenieur. Prof. der Bauschule, Vorstand der Anstalt z. P. v. B. a. e. P. etc. Zürich, Commissionsverlag von MEIJER & ZELLER. 1884.

B.) Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 97.9 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.256 (Ch. en W.).

b) in de richting der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 28.6 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.196 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 2.55 (M.), 1.46 (T.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 661 (M.), 1188 (T.).

Vastheids-coëfficiënt = 3.02 (M.), 4.38 (B.), 2.46 (T.), 3.00—5.81 (N.).

3. *Buigende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 0.80 (M.), 1.88 (T).

Elasticiteits-coëfficiënt = 617.40 (M.), 856.2 (T.).

Vastheids-coëfficiënt = 3.27 (M.), 4.61 (B.), 4.09 (T.), 4.71—5.97 (N.).

4. *Afschuivende krachten.* A.) In de richting van den draad.

Vastheids-coëfficiënt = 0.32 (M.), 0.61 (T.), 0.91 (B.).

B.) Dwarsdraads.

Vastheids-coëfficiënt = 2.14 (M.).

5. *Wringende krachten.*

Elasticiteits-grens = 0.33 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 694.35 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.546 (M.).

V. *Kloofbaarheid.* Het grenenhout wordt gemakkelijk gekloofd (splintert onder de bijl). Luchtdroge stukken, gevormd, zooals in figuur 52 (blz. 224) is aangegeven, spleten:

in de spiegelrichting, bij een belasting van 14.4 Kg. (N.),

in de richting der jaarringen, bij een belasting van 19.7 Kg. (N.).

VI. *Duurzaamheid en gebruik.* Grenenhout werkt en scheurt zeer weinig en wordt bij uitzondering door insecten

aangetast. Het laat zich gemakkelijk en glad bewerken. De kwasten zijn niet zeer hard.

Het hout is iets minder dan eikenhout, maar beter dan vuren- en dennenhout tegen den afwisselenden invloed van lucht en water bestand; onder water is het zeer duurzaam en doet voor eikenhout weinig onder.

Het grenenhout is een uitmuntend bouwhout; zeer gezocht in den bruggen-, water- en mijnbouw, en overal, waar van 't hout groote duurzaamheid, elasticiteit en vastheid wordt gevorderd. Door den scheepsbouwer is het grenenhout wegens de groote elasticiteit en vastheid zeer gezocht voor mast- en ra-hout. Het beste masthout komt uit het Noorden, voornamelijk uit de kustlanden der Oostzee, uit Noorwegen en Schotland. (Men zie de noot op blz. 184).

In den spoorwegbouw maakt men een groot gebruik van grenenhout voor dwarsliggers. In den huizenbouw ziet men het toegepast voor balken, trappen, kozijnen, raamhout, enz.; daar het somwijlen zeer harsrijk is en op warme plaatsen veel hars uitzweet, wordt het binnenshuis dikwijls door andere naaldhoutsoorten vervangen.

Voor de vervaardiging van molenroeden werd dit hout vroeger veel gebruikt [1]), terwijl voor het binnenwerk in molens zooveel mogelijk harsvrij grenenhout werd gebezigd.

In den laatsten tijd worden ook bestratingen van grenenhout vervaardigd (o. a. in de Champs Elysées te Parijs.)

83. Behalve het gewone grenenhout komt reeds sedert jaren grenenhout in den Europeeschen handel, dat van Amerikaanschen oorsprong is, en dat ook onder de Amerikaansche benamingen hier te lande en elders wordt gebruikt. Men

---

1) Hiervoor werd voorheen de beste qualiteit van grenenhout gebruikt. Men zocht bij voorkeur die stammen voor dit doel uit, die naar den top een flauwe kromming vertoonden. Het gebruik van dit hout in den molenbouw is zeer verminderd, daar men bij ons te lande de roeden uit verschillende stukken leerde samenstellen en bovendien veel molens niet meer door wind maar door stoom worden bewogen.

onderscheidt het hout n.l. als **pitch-pine-**, **yellowpine-**, **red pine-** en **white pine-hout**.

De boomen, waarvan deze houtsoorten afstammen, behooren ook alle tot 't geslacht Pinus. Van welke soorten? Over deze vraag zijn de verschillende technische schrijvers het nog tamelijk oneens.

Sommigen beweren, dat bijv. het pitch-pine en het yellow-pine van denzelfden boom n.l. van den Pinus australis Michx. afkomstig zijn [1]); in de zandstreken zou deze den zeer harsrijk zijn en pitch-pine genoemd worden; in een humusrijken bodem gegroeid, zou het harsgehalte gering, het hout minder bruin gekleurd zijn en dit veroorzaken, dat men, meer in 't binnenland de pitch-pine der kuststreken met den naam yellow-pine bestempelde [2]).

Anderen zeggen, en o. i. meer terecht, dat yellow-pinehout en pitch-pinehout niet alleen van verschillende Pinussoorten afkomstig zijn, maar dat zelfs het yellow-pinehout niet van eenzelfde Pinussoort afstamt. Zoo bijv. het gele grenenhout (yellow) uit de zuidelijke Amerikaansche staten van P. australis Michx., dat uit de centrale staten van P. mitis Michx., dat uit de westelijke staten van P. ponderosa Dougl. [3]).

Laat ons nu de genoemde grenenhoutsoorten achtereenvolgens gaan behandelen.

1. **Pitch-pine**. Dit is het harsrijkste en meest gewilde van de Amerikaansche grenen soorten. Het hout is afkomstig van **Pinus rigida Mill.**, die voornamelijk in 't stroomgebied van den Beneden-Mississippi en in Florida voorkomt. De stam is tot zeer groote hoogte van takken bevrijd, zoodat het roodachtig gele hout weinig kwasten bezit. Zeer duidelijk zijn de jaarringen bij dit hout waar te nemen door de opvallend bruine kleur van het herfsthout. Het is overigens zeer buigzaam en elastisch, het werkt niet, is zeer duurzaam en wordt

---

1) „Australis" wil zeggen „Zuidelijk" en niet „Australisch". Het geslacht *Pinus* komt in *Australië* niet voor.

2) HAARMANN'S *Zeitschrift für Bauhandwerker*, 1880. blz. 26 e. v.

3) *Bot. Centralblatt* 1880. 1ste *Semester*. blz. 144.

veelvuldig in den scheepsbouw gebruikt. Om dezelfde reden wordt het ook ten zeerste als bouwhout op prijs gesteld; door schrijnwerkers en draaiers wordt 't minder gebruikt.

Het spec. gewicht in drogen toestand, door ons opgegeven als 0.832 [1]), blijkt volgens nadere onderzoekingen af te wisselen tusschen 0.635 en 0.815.

Het *microscopisch onderzoek* van deze houtsoort leert, dat de mergstralen eenigszins verschillen van die van het gewone grenenhout. Wel zijn ook hier de wanden der mergstraalcellen, in de uiterste rijen geplaatst, sterk en zeer onregelmatig verdikt; de cellen in de centrale lagen zijn evenwel niet van één groote, ronde stippel, maar van 4 (zelden 2—6) onregelmatig gevormde stippels voorzien [2]).

2. **Yellow-pine**. Het yellow-pinehout, dat naar Europa wordt uitgevoerd, is meestal van **P. Australis Mill.**, somwijlen ook van **P. mitis Michx**. afkomstig. Dit grenenhout is niet zoo donker van kleur als het voorgaande, maar toch donkerder dan het Europeesch grenenhout. Ook zijn, evenals bij het pitch-pinehout, het voorjaars- en herfsthout van opvolgende jaarringen scherper gescheiden. De jaarringen zijn zeer smal, gelijkmatig en fijn gegolfd; de harsgangen, zeer groot en talrijk, kunnen reeds met 't bloote oog worden waargenomen. Het hout is evenwel minder harsrijk dan pitch-pinehout en laat zich daardoor veel gemakkelijker bewerken. Het is ook sterker en meer veerkrachtig, maar minder bestand tegen vocht; onder water en in den grond is pitch-pine te verkiezen. Het spec. gewicht wisselt af tusschen 0.50 en 0.67.

De met het bloote oog onzichtbare [3]) mergstralen blijken bij *onderzoek met den microscoop* ook één cel breed te zijn, evenals die in 't gewone grenenhout, maar zij bestaan hier uit een grooter aantal rijen boven elkaar en zijn dus hooger. De tracheïden van dit en 't Europeesch grenenhout hebben nage-

1) Zie blz. 170 en de noot sub 3.

2) Volgens SCHROEDER. Zie WEISS, *Anatomie der Pflanzen*, Wien 1878, blz. 507.

3) Zie blz. 49.

noeg dezelfde middellijn; bij yellow-pine in herfsthout 0.028—0.034 mM., in voorjaarshout 0.057—0.068 mM., bij gewoon grenenhout 0.028 in herfsthout en 0.048—0.057 in voorjaarshout. De dikte der vezelwanden is bij het yellow-pine iets grooter; yellow-pine 0.0057—0.0076 mM., gewoon grenenhout 0.0042 — 0.006 mM.

3. **Red-pine.** Dit is 't hout van den **Canadaschen** of **rooden den (Pinus resinosa Soland)**. De Engelschen noemen het, waarschijnlijk wegens de overeenkomst, ook Norway-pine.

De kleur van dit hout is geelachtig wit; overigens is het zeer taai, niet te hard en ook niet zwaar. Het spec. gewicht toch varieert tusschen 0.525—0.588.

4. **White-pine** noemen de Amerikanen het hout van den **Weymouths-pijn (Pinus Strobus L.).** Omstreeks het jaar 1765 werd deze kernhoutboom naar Europa overgebracht en is nu reeds een echte Duitsche woudboom geworden [1]). Ook in ons vaderland wordt de boom veel aangetroffen, vooral in Gelderland.

Al naar de plaats van herkomst is het hout van meer of minder goede qualiteit. In Noord-Amerika, waar de boom in leemachtige, zandige vlakten en aan de rivieren groeit, en een hoogte van 33—50 M. bereikt, wordt het hout tot bouw- alsmede tot werkhout geschikt geacht. Het hout is grof en eenigszins glanzend. De kleur van het breede splint is geelachtig wit, die van het kernhout roodachtig geel tot bruinrood. De herfsthoutlaag der jaarringen is zeer smal en niet scherp van 't voorjaarshout gescheiden. De harsgangen zijn groot en duidelijk waar te nemen.

Uit het *microscopisch onderzoek* blijkt, dat ook bij de mergstralen van dezen den de buitenste mergstraalcellen van de centrale verschillen. De wanden der eerste, n.l. (1—3 rijen),

---

1) ROSZMÄSZLER (*der Wald*, 1881, blz. 319) zegt: „von (diesen Baum existiren) hin und wieder z. B. auf der Herrschaft Tetschen bei Bodenbach in die Elbeleiten, desgleichen im Braunschweigischen, und Dessauischen, in Nieder-Oesterreich, u. s. w. schon ganz umfangreiche Bestände".

zijn niet zoodanig verdikt, dat zij zich als getand voordoen, maar geheel glad en van kleine hofstippels voorzien; die der binnenste cellen bezitten, evenals dit bij het gewone grenenhout het geval is, één groote stippel.

Technische eigenschappen.

I. *Specif. gewicht.* In luchtdrogen toestand 0.31—0.56 (R. Hartig).

II. *Krimpen.* A. In de richting van den draad 0.04—0.08 % (N.)
B. dwarsdraads: a) in de spiegelrichting 0.1—0.2 % (N.)
b) in die der jaarringen 0.2—0.4 % (N.)

III. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* In de richting van den draad.
Elasticiteits-coëfficiënt = 1283 (kernhout), 1014 (splint) (N.).
Vastheids-coëfficiënt = 8.42 (kernhout), 5.62 (splint) (N.).

2. *Drukkende krachten.*
Vastheids-coëfficiënt = 3.41 (N.)

3. *Buigende krachten.*
Elasticiteits-coëfficiënt 921.4 (N.).
Vastheids-coëfficiënt 6.44 (N.).

IV. *Kloofbaarheid.* Het hout kan zeer gemakkelijk gekloofd worden. Luchtdroge stukken (vorm als in fig. 52) spleten, in radiale richting, bij een belasting van 14.46 Kg.; voor groen hout, in dezelfde richting, bedroeg de belasting 12.95 Kg.

V. *Duurzaamheid en gebruik.* Jonge boomen leveren een minder duurzaam hout dan oudere exemplaren.

Zeer verschillend is de qualiteit van 't hout, die niet weinig afhangt van de groeiplaats. Het Europeesche Weymouths-pijnhout groeit sneller en vertoont daardoor breedere jaarringen en een minder gelijkvormigen bouw dan het Amerikaansche; het spec. gewicht van het laatste is, volgens Nördlinger, evenwel geringer.

Dit hout kan het gewone grenenhout niet vervangen, daar het lichter en zeer bros is en geringer duurzaamheid

en vastheid vertoont. Het krimpt weinig, is bovendien zacht en licht en laat zich dus gemakkelijk bewerken; spijkers houden niet zeer goed.

In Noord-Amerika wordt het als scheeps- en hoogbouwhout, door schrijnwerkers als blindeerhout, vervolgens ook voor de vervaardiging van vaten, enz. gebezigd; in Europa wordt 't door den timmerman, kistenmaker, enz. gebruikt [1]). In ons vaderland dienen de stammen der Weymouths-pijnen zeer dikwijls ter vervaardiging van telegraafpalen.

84. Vurenhout. De **fijne spar** [2]) (**Abies excelsa D. C.**), de naaldboom, die in den regel de wouden in Midden- en Noord-Europa vormt, levert ons het **vurenhout**.

---

1) GAYER zegt met betrekking tot deze houtsoort: „Die Weymouthsföhre (kommt) jetzt auch bei uns mehr und mehr als Bauholz in Frage. Bisher war dieselbe beim Hochbau nur wenig beliebt; man schrieb ihr eine nur sehr geringe Dauer und wenig Tragkraft zu. Wenn man indessen bedenkt, dass dieselbe in Nordamerika und als importirtes Bauholz seit langer Zeit auch in England ausgedehnte Bauholzverwendung findet, und beachten will, dass die grössere Menge des bei uns verwendeten einheimischen Weymouthkiefer-Holzes nur junges Holz war, so dürfte diese Holzart, bei ihren im höheren Alter oft sehr entwickelten harzreichen Kern, für die Folge doch mehr Beachtung verdienen, als sie bisher gefunden hat." *Die Forstbenutzung*, von Dr. K. GAYER, Prof. der Forstwissenschaft an der Universität München. Sechste Auflage. Berlin. Verlag van PAUL PAREY, 1883. blz. 98.

2) In verreweg de meeste Nederlandsche technische leerboeken en geschriften, waarin over naaldhout gehandeld wordt, heeft men tot heden immer grof gezondigd, wanneer de afkomst van grenen- en vurenhout ter sprake kwam niet alleen, maar ook, wanneer de beschrijving van deze houtsoorten volgde. Men verwart n.l. zoowel de afkomst als de eigenschappen dezer houtsoorten.

De reden daarvan is dikwijls niet ver te zoeken.

In Nederland put men veel technische geleerdheid uit boeken, die door onze buren, de Duitschers, in 't licht zijn gezonden. Men put evenwel zeer dikwijls machinaal, d. w. z., men neemt bij het „vertalen uit het Duitsch" niet de minste moeite om 't geen men vertaalt, juist te vertalen, en zoo spreekt 't dan van zelf, dat 't Duitsche *Föhrenholz*, als 't Hollandsche *vurenhout* wordt aangenomen — de woorden klinken toch bijna precies hetzelfde! En toch is het Duitsche *Föhrenholz*, blijkens het microscopisch onderzoek, identisch met het Hollandsche *grenenhout*.

De vertaler, die dus de eigenschappen van vurenhout en zijn afkomst meent te beschrijven, beschrijft inderdaad niets minder dan de eigenschappen en afkomst van grenenhout, en omgekeerd.

Tot bevestiging van deze woorden, wijzen wij slechts op een paar onzer technische boeken, die men als de meest wetenschappelijke beschouwt:

De boom verlangt het liefst een frisschen, leemachtigen bodem, gedekt door een zorgvuldig onderhouden humuslaag. De beste standplaats heeft hij vervolgens in 't gebergte, waar, voornamelijk in de bergen van Midden-Europa, de koelere noordelijke en noord-westelijke hellingen, voor den boom geschikt zijn. Dit is een gevolg van 't feit, dat de fijne spar

---

1°. *Mechanische Technologie, ten dienste van het Middelbaar Onderwijs, een leerboek voor fabrikanten en industriëelen en een leesboek voor beschaafden*, door D. GROTHE, Hoogleeraar a/d Polytechn. school te Delft. Gorinchem, 1879. (Laatste uitgave.)

Men leest daar o. a. op blz. 194: „Het grenen- of greinenhout is van den zoogenaamden *fijnen* of *rooden den* afkomstig, enz.

Het vurenhout, van den *groven den* of *pijnboom* afkomstig, is", enz.

2°. *Handboek der Mechanische Technologie.* Naar den vijfden, omgewerkten druk, uit het Hoogduitsch van Dr. KARL KARMARSCH, door G. KUYPER HZ., Oud Hoofdofficier der Genie. Iste deel.

Hier leest men op blz. 728: „*Grenen-* of *greinenhout* (Fichtenholz, Rothtannen) van den *fijnen den* (Fichte, Rothtanne), volgens DÉCANDOLLE: *Abies excelsa.* Het (hout) is bleek roodachtig geel, enz.

Vurenhout (*Föhrenholz*, *Kiefernholz*) van den *groven* of *gewonen den* (Föhre, Kiefer, *Pinus sylvestris*). Het hout is geel roodachtig. Als zwaarder (?), harder (?) en harsrijker (?) dan de beide vorige soorten (dennenhout en grenenhout) is het ook duurzamer (?) in 't nat en bij afwisseling van droogte en vochtigheid" (?), enz.

Dat men op de mededeelingen der buitenlandsche leveranciers niet kan vertrouwen, waar het de herkomst dezer beide houtsoorten betreft, zal een ieder na lezing van 't volgende duidelijk zijn: Zooals men weet, komt het grootste gedeelte van het vuren- en grenenhout, dat hier te lande wordt verbruikt, uit de Russische Oostzee-provinciën en uit Skandinavië. Nu noemt men, bijv. in Noorwegen het hout van Abies excelsa, D. C., *dus ons vurenhout*: *Gran* (*Die Culturpflanzen Norwegens* von Dr. F. C. SCHÜBELER, blz. 60) en dat van Pinus sylvestris L., *dus ons grenenhout*: *Fure.*

En ook in de Russische Oostzee-provinciën heet vurenhout: *Grane*, een naam, die waarschijnlijk uit den tijd der Zweedsche overheersching dateert, want ook in Zweden, evenals in Noorwegen, noemt men dit hout *gran.*

In alle streken van N. Duitschland ten slotte, waar de zilverspar, die ons 't gewone dennenhout (Abies pectinata D. C.) levert, ontbreekt, noemt men den Abies excelsa D. C. kortweg *Tanne*, dus 't vurenhout ook *Tannenholz.*

Uit de mededeelingen der handelaars van genoemde landen, kan men dus stellig niet met zekerheid tot de houtsoort besluiten, indien men 't onderscheid zoekt tusschen de afkomst van grenen- en vurenhout. Onze groote houthandelaars maken daarom een ander onderscheid, en zoeken dit in de kleur van 't hout, wanneer zij orders op deze houtsoorten geven; het hout afkomstig van soorten van 't geslacht Pinus noemen zij *sapin rouge* of *bois rouge* en dat van soorten van 't geslacht Abies, *sapin blanc* of *bois blanc.* Ook de Fransche handelaars maken dit onderscheid.

vooral geen droge lucht [1]) en daarbij niet te veel warmte kan uitstaan. Daarom vooral tiert hij welig in den Harz, in het Thüringerwoud, het Ertsgebergte, het Reuzengebergte, enz. Dit neemt niet weg, dat de boom ook groeit zoowel op een vetten, vochtigen als op een natten, moerassigen bodem, zooals de uitgestrekte wouden in de Russische Oostzee-provinciën bewijzen; maar het hout is dan veel lichter en poreuzer en ook veel meer aan rotting onderhevig dan dat, 't welk van de bergen en uit een koud klimaat afkomstig, van zeer goede qualiteit en oneindig duurzamer is [2]).

De stam is, vooral van in gesloten stand gegroeide boomen, meestal kaarsrecht en neemt naar den top langzaam in dikte af. Ter borsthoogte kan hij een diameter van 1.5 M. bereiken; de hoogte bedraagt somwijlen 60 M. De stammen worden in den regel tusschen den 80 en 140 jarigen leeftijd geveld; heeft dit niet plaats dan kunnen zij ongeveer 300 jaar oud worden.

Het hout van den fijnen spar — een rijphoutboom — heeft in den regel een zeer licht gele kleur, soms is het zelfs witachtig; de herfstlagen zijn gewoonlijk bruinachtig gekleurd, en hoe meer dit 't geval is, des te meer harsachtig is het hout. Het harsgehalte is evenwel hier geringer dan bij grenenhout en grooter dan bij dennenhout; dit is een der redenen, waarom het aan de lucht duurzamer dan dennenhout en minder duurzaam dan grenenhout is.

De jaarringen zijn door de bruine kleur, vooral van de

1) Aan de zandachtige kusten der Oostzee komt de fijne spar zeer goed voort, 't geen slechts aan de vochtigheid der zeewinden kan geweten worden.

2) In de Russische en Pruisische Oostzee-provinciën, zoo ook in Lijfland en Polen, is de fijne spar een boom van 't laagland zoowel als van 't heuvelachtige gedeelte. In Zweden en Noorwegen behoort de boom meer in de bergen te huis en in de stiften Christiania en Trondhjem vormt deze spar groote wouden. In 't Z. gedeelte van Noorwegen groeit hij tot circa 900 à 950 M. boven 't zeeoppervlak, in 't N. gedeelte (beneden 66½° N. breedte) zelden hooger dan 250 M. (Schübeler, *die Culturpflanzen Norwegens*, blz. 61). In den Harz komt de spar voor tot 1237 M., in de Beiersche Alpen tot 1798 M., in de Noordel. Zwitsersche Alpen tot 1836 M. en in de Z. Tyroler Alpen tot 2075 M. boven het oppervlak der zee (Roszmäszler: *Der Wald*, blz. 327).

uiterste lagen van 't herfsthout, zeer goed zichtbaar, maar somwijlen zoo smal, dat men ze ter nauwernood tellen kan.

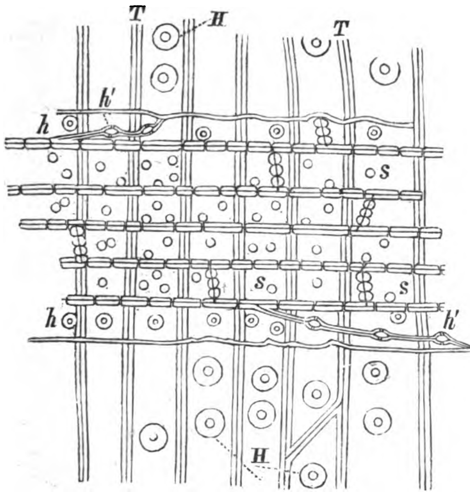
De talrijke mergstralen behooren tot de met 't bloote oog onzichtbare.

De mergkoker bereikt een dikte van 5 m.M.

Met *de loupe* beschouwd, kan het hout, evenmin als met 't bloote oog, somwijlen niet met zekerheid van dennenhout worden onderscheiden. Men ziet dan evenwel de fijne en talrijke mergstralen; in een dunne dwarsche doorsnede zijn dan ook de harsgangen duidelijk waar te nemen.

Met *den microscoop* onderzocht, blijkt het vurenhout uit tracheïden te bestaan en uit houtparenchym, dat zich in de nabijheid der harsgangen bevindt. De tracheïden zijn niet zoo regelmatig in rijen geschikt als dit bij hout van den groven den het geval is; ze hebben ook een minder regelmatigen vorm (op dwarsche doorsnede). Hun middellijn bedraagt in het voorjaarshout gemiddeld 0.036 m.M.; de wanddikte ongeveer 0.0027 m.M. In het herfsthout zijn de tracheïden dikwijls spiraalvormig verdikt (WIESNER).

Fig. 74.



Gedeelte van een mergstraal uit vurenhout. (Radiale doorsnede).
T, tracheïden;
H, groote hofstippels op de wanden der tracheïden;
h en h', kleine hofstippels; de laatste op de tusschenwanden der uiterste mergstraalcellen;
S, gewone stippels op de wanden der centrale mergstraalcellen.
Vergr. 300 maal.

De mergstralen zijn één of meer cellen breed en in 't laatste geval van harsgangen voorzien. De wanden dezer mergstraalcellen zijn zeer verdikt; de wanddikte bedraagt gemiddeld 0.0027 m.M. Vervolgens zijn ze op verschillende wijze ge-

stippeld; die der uiterste rijen namelijk (zoowel die aan de boven- als aan de benedenzijde) zijn van hofstippels voorzien, de celwanden der binnenste rijen zijn gewoon gestippeld (zie de figuur 74). Vooral duidelijk vonden wij deze hofstippels immer bij radiale sneden in de meer of minder vertikale celwanden; ontbraken zij ook al in de horizontale wanden der cellen in de uiterste rijen, hier in deze, soms zeer schuin gestelde, wanden (in de figuur, bij h en h′) konden wij ze immer opsporen.

O. i. is het dus onmogelijk om, onder den microscoop, vurenhout *niet* van grenenhout te onderkennen.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.35—0.60 (gemidd. 0 475) (N.), groen = 0.40—1.07 (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.0 % (Frey [1]) en 0.3 % (F.).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 1.1—2 % (J. Ndl.), 1—3 % (N.), 3.1 % (F.) en 5.7 % (F.).

b) in die der jaarringen = 2.9—7.3 % (J. Ndl.), 3—5 % (N.).

III. *Zwellen*, volgens Laves. A) In de richting van den draad = 0.076 %.

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 2.41 %

b) in die der jaarringen = 6.18 %.

De vermeerdering in volume = 4.4—8.6 % (Weissbach)

" " " gewicht = 70—166 % (W.).

IV. *Elasticiteit en vastheid* [2]).

1. *Rekkende krachten.* In de richting van den draad.

---

1) Zie blz. 232.

2) Volgens *des Ingenieurs Taschenbuch*, (Berlin, 1883), zijn de gemiddelde waarden (Kg. per mM².) der elasticiteits- en vastheidscoëfficiënten voor vurenhout de volgende:

Elasticiteits-coëfficiënt.	Elasticiteits-grens voor		Vastheids-coëfficiënt voor			
	Rekking.	Drukking.	Rekking.	Drukking.	Afschuiving.	Buiging.
1200	2.7	1.2	7.50	3.80	0 50	5.60

De afschuiving geschiedt in de richting van den draad; loodrecht daarop bedraagt 1.25.

Elasticiteits-grens = 2.09 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 905.80 (M.), 1291.1 (T.).
Vastheids-coëfficiënt = 3.74 (M.), 6.02 (T.), 9.13 (splint B.), 3.18 (rijpht. B.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 1.83 (M.), 1.31 (T.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 1346.50 (M.), 1109 (T.).
Vastheids-coëfficiënt = 2.97 (M.), 2.76 (T.), 3.35 (B.).
2.98—5.87 (jong hout N.), 2.82—3.18 (oud hout N.).

3. *Buigende krachten.* In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 1.29 (M.), 2.10 (T.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 707.40 (M.), 863.40 (T.).
Vastheids-coëfficiënt = 4.25 (M.), 4.35 (T), 3.80 (B.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 0.51 (M.), 0.67 (T.), 0.84 (B.).
B) Dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 2.59 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.30 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 519.66 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.53 (M.).

V. *Kloofbaarheid.* Het vurenhout laat zich zeer gemakkelijk klooven; het splintert evenwel onder de bijl. In de gedaante gebracht van fig. 52 (blz. 224) splijt het droge hout:
in radiale richting bij een belasting van 16.23 Kg. (N.),
„ tangentiale „ „ „ „ „ 18.60 „ (N.).

VI. *Hardheid.* Het hout behoort tot de zachtste soorten; als men den weerstand, dien de zaag ontmoet bij 't doorsnijden van beukenhout (loodrecht op den draad) = 1 stelt, dan wordt door vurenhout, onder dezelfde omstandigheden, een weerstand = 0.5—0.6 geboden. (Gayer).

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Het vurenhout, zachter dan grenenhout, is weinig bestand tegen den invloed van wind en weer; voor binnenwerk in den huisbouw, in 't algemeen voor constructies, die niet aan vocht zijn

blootgesteld is het uitermate geschikt. Het scheurt gemakkelijker dan grenenhout, is zeer aan werken onderhevig en wordt droog zijnde, vrij spoedig door den worm aangetast. Het laat zich gemakkelijk spijkeren, maar scheurt als grenen; overigens kan het goed en glad bewerkt worden.

Het vurenhout, dat hier te lande bewerkt en gebruikt wordt, is hoofdzakelijk uit de Oostzee-havens aangevoerd [1]).

Het is tegenwoordig voor den hoog-, water-, bruggen- en wegenbouw een zeer geschatte grondstof; de stammen worden veel gebruikt voor heipalen, hoewel ze daarvoor minder voldoen dan die van dennen- en grenenhout. Zeer dikwijls (vooral 't inlandsche) ook voor telegraafpalen.

Zelfs in den molen- en sluisbouw wordt 't gebezigd, vervolgens voor de fabricage van scheepsmasten (alleen in Oostenrijk voor schepen der marine) en voornamelijk voor masten van zeilschepen op rivieren en binnenwateren. Gezaagd of gesneden, is de toepassing van dit hout als 't ware zonder grenzen.

---

1) Wij vestigen hier de aandacht op een mededeeling van onzen consul-generaal O. W. C. BLANCK, te Stockholm, in een Verslag over den Zweedschen houthandel in 1883, dat volgens een in Zweden, den 30 December 1880, verschenen wet van het begin van 1884 af, alle zaagblokken en balken vóór het vlotten geheel geschorst (ontschorst) worden. . . . „Wat vurenhout betreft, zoo lijdt het niet den minsten twijfel of dit wordt meer of minder door het schorsen bedorven, zoodat deze wet van bijzonder gewicht voor den Nederlandschen houthandel is. Het ware te wenschen, dat de wet op het vlotten ten opzichte van vurenhout werd gewijzigd, maar hierop bestaat weinig vooruitzicht, want een aan de Regeering gericht verzoek van wijziging der wet, respectievelijk om uitstel voor dit jaar (1884) is tot heden (Februari) nog niet toegestaan. Zoodra hierover nader beslist is geworden, zal ik niet in gebreke blijven daarover dadelijk te berichten, want het schorsen of niet schorsen van het voor „Noorsche" balken bestemd hout zal natuurlijk van bijzonderen invloed op den prijs zijn. *Wordt de wet gehandhaafd, dan zullen de Nederlandsche houthandelaren genoodzaakt zijn, zich naar de Russische havens te wenden, om zich aldaar van ongeschorst vurenhout te voorzien*". (*Verzameling van consulaire en andere verslagen en berichten, enz.* Jaargang 1884, afl. 1, blz. 24 e. v.)

In Jaargang 1885, afl. 1, blz. 12 van bovengenoemde verzameling, bericht de consul dan ook, dat aan een wijziging in de wet op 't schorsen niet te denken valt, en dus prima qualiteit Hollandsche balken in de toekomst niet in Zweden te verkrijgen zijn.

Waar vroeger eiken-, grenen- en lorkenhout gebruikt werden, komt tegenwoordig wegens de geringere kostbaarheid het vurenhout in toepassing [1]).

Wij zien 't bijv. tot spoorwegliggers verwerkt; terwijl geïmpregneerd eikenhout circa 19.5—20 jaar voor dit doel duurt, moet 't vurenhout na 6—10 jaar vervangen worden.

Ook voor den bergbouw staan, uit een oogpunt van duurzaamheid, lorken-, en harsrijk grenenhout bovenaan; intusschen wordt veel vurenhout gebruikt.

Voor den timmerman is 't bijna de meest algemeene grondstof; waar hij fijn werk wil leveren, trekt hij natuurlijk het hout met smalle jaarringen, dat dus langzaam en regelmatig gegroeid is, boven ander vurenhout voor. Ook de meubelmaker verwerkt dit hout veel; natuurlijk voor zeer eenvoudige meubels.

De pianofabrikant vervaardigt de klankbodems zijner instrumenten uit vurenhout; dit hout vindt hij in den handel recht- en langdradig, kwastvrij en harsarm en gelijkvormig in bouw, met smalle, volstrekt gelijkmatige jaarringen, zoodat het door zijn eenvoudige samenstelling (geen vaten, geen groote mergstralen) bijzonder geschikt is tot voortplanting der geluidsgolven. En daar, waar men 't resonanzhout zaagt en snijdt, worden ook

---

1) Vurenhout is sterk in prijs gedaald. De reden daarvan is gelegen in den sterken aanvoer van de Amerikaansche mededingende houtsoort „*spruce*", die in 't jaar 1883 goedkooper dan ooit aan de Europeesche markten werd verkocht. (*Verzameling van consulaire en andere verslagen, enz.* Jaargang 1884, 4[de] afl. blz. 300. *Verslag omtrent den houthandel in Noorwegen van den consul te Christiania*, G. KIENITZ.)

Wij voegen hieraan toe: Onder de Amerikaansche vurenhoutsoorten zijn voornamelijk belangrijk: 1°. de zwarte spar of *black spruce* en 2°. de witte of Canadasche spar, of *white spruce*. De laatste is minder voor bouwhout geschikt, daarentegen levert 't hout voortreffelijke planken; Canada en Nieuw-Brunswijk leveren groote quantiteiten van dit hout voor de Londensche markt.

De eerste soort daarentegen heeft met onzen fijnen spar veel overeenkomst; het hout is licht, elastisch en zeer vast en wordt vooral als masthout gebezigd.

de plankjes voor zonneblinden, wegens het geringe gewicht, uit dit hout vervaardigd. Ook voor de fabricage van den bodem en het deksel van violen, basviolen en violoncels wordt vurenhout gebezigd (voor zijwanden ahornhout).

Vergeten wij verder niet de toepassing van vurenhout in de galanterie- en etuiwerkerij; voor de vervaardiging van doozen en zeven (zeefranden), voor welk doel men 't hout in den groenen toestand moet verwerken, daar dan de arbeid en vooral het buigen gemakkelijker is. Vervolgens de fabricage van houtdraad; n.l. de geribde, of ronde, meestal 2 m.M. dikke draden, die 2.5 tot 10 M. lang zijn, en zoowel tot de vervaardiging van luciferhoutjes dienen, als tot die van de houten oprolbare tafelmatjes. Eindelijk worden ook de vele duizende kinderspeelgoedwaren, voor 60 à 70 $^0/_0$, uit vurenhout gesneden of gedraaid.

85. Dennenhout. Ook de boom, die ons het **dennenhout** levert, de **zilverspar** (**Abies pectinata DC.**), komt oorspronkelijk niet in Nederland voor, maar is er als cultuurplant ingevoerd. Hetzelfde is het geval in Noorwegen en Zweden, alwaar men ook slechts aangeplante exemplaren vindt [1]).

De grootste wouden van dezen spar treft men, wat Europa betreft, in de Pyreneeën aan, n.l. aan de zijde van Frankrijk en niet lager dan 650 M. boven 't zeeoppervlak; vervolgens in de Cevennes en Apennijnen. In Duitschland komt de zilverspar het meest voor in het Frankenwald en het Schwarzwald, tot een hoogte van 970 M.; wel komt de boom ook in Noord-Duitschland voor, maar aangeplant, evenals in Koerland en zelfs in Lijfland. Zeer rijk aan deze Abiessoort zijn vervolgens de hooggebergten van Zwitserland, waar de boom tot een hoogte van circa 1460 M. nog wordt aangetroffen, en niet minder ook het Fichtelgebergte en het Bohemerwald.

1) Wij vermelden dit, omdat velen meenen, dat al het naaldhout, hetwelk hier te lande als bouwhout wordt gebruikt, uit Scandinavië stamt.

In 't algemeen kan men zeggen, dat de boom niet als woudboom wordt aangetroffen boven 54^0 N.B. Hij eischt als zoodanig, behalve een aan humus rijken bodem, een standplaats, waar de temperatuur in Juli niet beneden 13° C. en in Januari niet beneden 5° C. daalt.

In zijn eerste vijfentwintig levensjaren groeit deze spar zeer langzaam, langzamer dan de fijne spar, maar daarna ook veel sneller; en daar hij gemiddeld gedurende 140 jaren nieuwe jaarringen vormt, wordt de zilverspar ten slotte toch meestal dikker en hooger dan de fijne spar.

Daar de zilverspar zich ook reeds vroegtijdig van de laagste takken ontdoet, en de wonden, die daardoor gevormd worden, door nieuwe houtlagen worden bedekt, is het hout, voorzoover het van het benedeneind der stammen afkomstig is, meer dan ander naaldhout, vrij van kwasten.

De zilverspar is een rijphoutboom, die in den regel een breed splint bezit; de mergkoker is ongeveer 1.5 mM. dik. Zijn hout is arm aan hars en riekt dus niet harsachtig, zooals dat der beide voorgaande naaldhoutsoorten [1]).

De kleur van het hout wisselt af tusschen wit, geel- en roodachtig wit. De jaarringen zijn zeer goed zichtbaar, daar 't herfsthout donkerder van kleur is dan het voorjaarshout.

Met *de loupe* beschouwd, treft men zelden harsporiën in het hout aan; daarentegen komen nu de lange mergstralen zeer duidelijk voor den dag. Trouwens, wanneer men het hout op een radiaal vlak *zeer glad* bewerkt, zijn de mergstralen ook

---

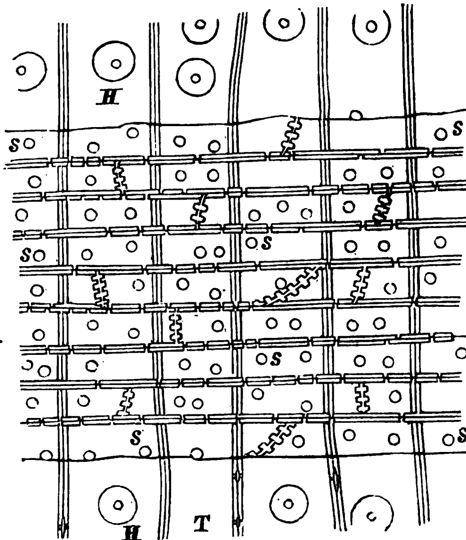
1) Eenigen tijd geleden deelde een bouwkundige ons mede, dat, volgens zijn meening, vuren- en dennenhout van dezelfde boomsoort stamden; alleen had men aan de exemplaren, die het dennenhout leveren, nog vóór 't vellen, de hars onttrokken.

Wellicht deelen nog anderen deze meening, die, zooals wij zeker weten, geheel onjuist is. In Duitschland wordt in sommige streken aan den fijnen spar, die ons 't vurenhout levert, hars ontnomen. Dit benadeelt het hout en zelfs het leven van den boom in geenen deele, als men slechts 70—90 jarige exemplaren aan deze bewerking blootstelt. *Maar het hout blijft daarom toch vurenhout;* de harsgangen zijn niet verdwenen, evenmin ontbreekt de harsreuk, noch een der andere kenmerken, waardoor zich vurenhout van dennenhout onderscheidt.

zonder loupe zeer goed (ten minste door den schrijver) waar te nemen. Hetzelfde is bij de voorgaande houtsoorten het geval.

De microscoop doet ons zien, dat ook dit hout uit tracheïden en parenchym bestaat. De tracheïden, in het voorjaarshout, hebben een gemiddelde doorsnede van 0.03 mM. Slechts zeer weinig harsgangen en harscellen worden in 't hout aangetroffen.

Fig. 75.



Gedeelte van een mergstraal uit dennenhout (Radiale doorsnede).
T, tracheïden;
H, groote hofstippels op de wanden der tracheïden;
s, gewone stippels op de wanden der mergstraalcellen.
Vergr. 300 maal.

De wanden der mergstraalcellen zijn *alle* van gewone stippels voorzien, zooals in de nevenstaande figuur 75 [1]), duidelijk zichtbaar is. Daardoor is het dennenhout reeds van vurenhout te onderscheiden. En nog duidelijker wordt het verschil, wanneer men tangentiale doorsneden van beide houtsoorten door den microscoop beschouwt. Nimmer toch treft men in 't dennenhout mergstralen aan, die gedeeltelijk twee cellen breed zijn, zooals dit bij 't vurenhout zeer dikwijls voorkomt; de mergstralen in 't dennenhout bestaan in de breedte slechts uit een enkele cellenrij.

Een verwisseling van dennenhout met grenenhout, zoowel met als zonder behulp van den microscoop, komt ons onmogelijk voor.

---

1) De figuren 74 en 75 zijn door ons geteekend naar doorsneden uit vuren- en dennenhout, dat in de werkplaats der Polyt. School voorhanden was. De plaats van herkomst van het hout is onbekend.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.37—0.69 (N.), (gem. 0.48 volgens GAYER), groen = 0.77—1.23.

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.0 % (FREY), 0.086—0.122 % (KARMARSCH, volgens LAVES e. a.);
B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 2.3 % (F.), 1.7—4.82 % (K.);
b) in die der jaarringen = 4.1—8.13 % (K.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.122 % (L.);
B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 4.82 % (L. oud hout);
b) in die der jaarringen = 8.13 % (L. oud hout).

Volgens WEISSBACH bedraagt:
de vermeerdering in volume = 3.6—7.2 %,
„ „ „ gewicht = 83—123 %.

IV. *Elasticiteit en vastheid* [1]).
1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 1.67 (M.), 2.153 (Ch. en W.)
Elasticiteits-coëfficiënt = 1396.5 (M.), 1133.1 (T.), 1113.2 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 7.13 (M.), 5.33 (T), 4.18 (Ch. en W.).
B). Dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting.
Elasticiteits-coëfficiënt = 94.5 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.220 (Ch. en W.).

1) Volgens *„des Ingenieurs Taschenbuch"*, zijn de gemiddelde waarden (Kg. per mM^2.) der elasticiteits- en vastheidscoëfficiënten voor dennenhout de volgende:

Elasticiteits-coëfficiënt.	Elasticiteits-grens voor		Vastheids-coëfficiënt voor			
	Rekking.	Drukking.	Rekking.	Drukking.	Afschuiving.	Buiging.
1200	2.7	1.2	8.00	4.00	0.50	6.00

b) in de richting der jaarringen.
Elasticiteits-coëfficiënt = 34.1 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.297 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 2.8 (M.), 1.15 (T.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 1723.5 (M.), 1001.90 (T.)
Vastheids-coëfficiënt = 3.12 (M.), 2.83 (T.), 3.67—6.66 (N.).

3. *Buigende krachten.*
Elasticiteits-grens = 1.42 (M.), 2.24 (T.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 755.45 (M.), 855.40 (T.).
Vastheids-coëfficiënt = 4.38 (M.), 4.39 (T.), 3.71—6.19 (Ch. en W.).

4. *Afschuivende krachten.* A.) In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 0.31 (M.), 0.63 (T.).
B.) Dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 2.73 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.277 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 479.88 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.46 (M.).

V. *Hardheid.* Deze is, evenals bij 't grenen- en vurenhout = 0.5—0.6, indien de weerstand, dien een zaag bij het dwarsch doorsnijden van beukenhout ontmoet, = 1 gesteld wordt.

VI. *Kloofbaarheid.* Het hout is uiterst gemakkelijk en glad kloofbaar, vooral in de radiale richting; dit is voornamelijk te danken aan de smalle mergstralen.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Ook is het in den regel recht- en langdradig en laat zich goed bewerken. Doode, zeer harde, kwasten (blz. 66) doen zich hier dikwijls voor.

In enkele streken verkiest men dennenhout boven vurenhout, in andere stelt men 't vurenhout hooger op prijs, daar het grooter vastheid bezit, duurzamer is en niet zoo sterk door den worm wordt aangetast.

Zeer gering is de duurzaamheid, wanneer 't hout aan den invloed van het weder is blootgesteld; onder water en in een vochtigen grond is dennenhout daarentegen zeer duurzaam en wordt het daarom voor fundeerings-werken (heimasten) gebezigd. In den huisbouw wordt het ook veelvuldig gebruikt, doch, om reeds genoemde redenen, hoofdzakelijk voor binnenwerk; vloeren [1]), balken en kappen (veerkrachtiger en lichter dan die van grenenhout) zien wij dikwijls van dennenhout vervaardigd. Het is een zeer belangrijk werkhout en wordt evenals vurenhout door den meubelmaker zeer op prijs gesteld, en als blind- of grondhout gebezigd. Daar het zoo goed kloofbaar is, is het een uitstekende grondstof voor den fabrikant van doozen. Ook dit hout levert voortreffelijk „Resonanzholz".

86. Lorkenhout. De **lorkenboom (Larix europaea D. C.)** komt ook weder in ons vaderland aangeplant voor. Het is een kernhoutboom, wiens groeiplaats van zeer grooten invloed is op de natuur van zijn hout. De lork levert namelijk hier te lande en in andere vlakke streken van Europa geenszins het hout, bedeeld met de eigenschappen, die men er algemeen aan toeschrijft; integendeel, zoo duurzaam, vast, taai en elastisch dit naaldhout is, wanneer het uit de Alpen van Zwitserland, Oostenrijk, Italië en Frankrijk afkomstig is, zoo bros en van geringen duur is 't lorkenhout, dat in 't laagland wordt gewonnen [2]). Ook zijn de stammen uit de bergen altijd recht, ten minste, wanneer ze geen gebrek aan licht en lucht hadden

---

1) Vloeren, die niet door kleeden of matten bedekt worden, maakt men liever van vurenhout, omdat planken van dit hout zeer lang hun witte kleur behouden; dennenhouten planken worden spoedig grauw en schilferen bij het gebruik.

2) Volgens ROSZMÄSZLER (*der Wald*) komt de lork ook aangeplant voor in Noorwegen en Zweden en zelfs in Rusland, daar hij koude evenzoo goed weerstaat als de fijne spar. In de Alpen groeit de boom tot een hoogte van ruim 1800 Meter, in de Karpathen tot ruim 1500 Meter boven 't zeeoppervlak.

tijdens den groei, terwijl die uit 't vlakke land in den regel, aan 't worteleind bochtig zijn.

Wanneer men dus van het „duurzame" lorkenhout spreekt, of, zooals bij ons het geval kan zijn, van het „beste grenenhout", dan wordt hiermede lorkenhout bedoeld, dat uit de Alpen afkomstig is.

De kleur van 't kernhout wisselt ook af met de standplaats van den boom; in het laagland is het geelachtig bruin, in 't gebergte levert de boom kernhout, dat glanzend en roodbruin is. Het breede splint is geelachtig wit van kleur.

Hoewel de kleur van het herfsthout niet zooveel van die van 't voorjaarshout verschilt, als dit bij de voorgaande naaldhoutsoorten het geval was, kan men toch, en vooral in het kernhout, zeer duidelijk de jaarringen waarnemen. Meestal bezitten de jaarringen een geringe golving. De mergkoker heeft hoogstens een diameter van 1 mM.

Met *de loupe* neemt men behalve de mergstralen zeer duidelijk vele harsgangen waar; het hout riekt dan ook zeer harsachtig en schijnt daardoor en door de andere eigenschappen, bijv. de kleur, als het toevallig onder grenenhout voorkomt, bij ons als een „best grenenhout" verwerkt te worden.

Onder *den microscoop* blijkt, dat het hout, wat den bouw betreft, uiterst veel met vurenhout overeenkomt. De mergstralen van beide houtsoorten bijv., verschillen zeer weinig. Ook hier vinden wij op radiale doorsnede (zie fig. 74) in de uiterste celrijen de celwanden met hofstippels voorzien, terwijl de wanden der centrale cellen slechts gewone stippels bezitten. Op tangentiale doorsnede zijn de mergstralen van lorkenhout, tengevolge van 't voorkomen van met hars gevulde ruimten, dikwijls drie tot vier cellen breed; bij vurenhout bedraagt de breedte nooit meer dan twee cellen. Ook bezitten de tracheïden uit het voorjaarshout van den lork, veel grooter diameter (0.05 mM.) dan die uit 't vurenhout (0.036 mM.). Onderscheidt zich hierdoor het lorkenhout reeds van 't vurenhout, wanneer men bovendien let op 't aanzienlijk harsgehalte van eerstgenoemde houtsoort, en het veel grooter aantal harskanalen,

dan wordt een verwisseling van beide houtsoorten onmogelijk [1].

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.44—0.85 (gem. 0.645) (N.), groen = 0.52—1.00 (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.1 % (N.), 0.2 % (F.).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 2.3 % (N.), 3.4 % (F.).

b) in die der jaarringen = 4.3 % (N.),

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.075 % (L.).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 2.17 % (L.).

b) in die der jaarringen = 6.32 % (L.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* In de richting van den draad.
   Elasticiteits-grens = 1.72 (M.), 3.97 (T.).
   Elasticiteits-coëfficiënt = 1262 (M.), 1311.40 (T.).
   Vastheids-coëfficiënt = 5,878 (M.), 7.10 (T.) [2].

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.
   Elasticiteits-grens = 2.43 (M.), 1.22 (T.).
   Elasticiteits-coëfficiënt = 434.45 (M.), 1144.50 (T.).
   Vastheids-coëfficiënt = 3.172 (M.), 3.21 (T.).

3. *Buigende krachten.*
   Elasticiteits-grens = 1.57 (M.), 2.06 (T.).
   Elasticiteits-coëfficiënt = 683.25 (M.), 1049.1 (T.).
   Vastheids-coëfficiënt = 4.696 (M.), 5.34 (T.), 6.50—9.95 (N.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.
   Vastheids-coëfficiënt = 0.43 (M.), 0.72 (T.).
   B) Dwarsdraads.
   Vastheids-coëfficiënt = 2.47 (M.).

---

1) Deze harskanalen hebben een geringer diameter en zijn hier niet zoo talrijk als in het grenenhout.

2) De lorkenboom, waarvan 't hout door MIKOLASCHEK is onderzocht, was op een vlak terrein, in een zandgrond gegroeid; die, welke door TETMAJER onderzocht werden, kwamen uit 't gebergte, gemiddeld van een hoogte van 1300 M. boven 't zeeoppervlak.

5. *Wringende krachten.*

Elasticiteits-grens = 0.41 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 572.75 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.65 (M.).

V. *Kloofbaarheid.* Het lorkenhout kan gemakkelijk gekloofd worden; het kloofvlak is zeer glanzig, maar niet plat, eerder gebogen.

Droge stukken, beproefd volgens de gewone methode (v. NÖRDLINGER), spleten in radiale richting bij een belasting van 21.79 Kg. (N.), en in tangentiale richting bij een belasting van 26.60 Kg. (N.).

VI. *Hardheid.* Wanneer de weerstand van beukenhout bij het zagen (zie blz. 219) = 1 wordt gesteld, bedraagt die van lorkenhout 0.75—0.9 (GAYER).

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Over de duurzaamheid van het tamelijk grove en glanzende hout is reeds 't een en ander meegedeeld. Wij kunnen dus hier volstaan met te zeggen, dat de duurzaamheid van lorkenhout, uit de Alpen of uit het Noorden afkomstig, zeer groot is. Onder water is het, naar men zegt, onvergankelijk. Het wordt niet door den worm aangetast, scheurt niet en werkt zeer weinig.

Het vindt toepassing in den mijn-, water-, machine- en huisbouw.

Voordat men algemeen van 't voordeel der impregneering overtuigd was, werden dwarsliggers (voor spoorwegen) vooral vervaardigd uit harsrijk lorkenhout met smalle jaarringen; deze liggers duurden minstens 10 jaren en deden dus voor die van eikenhout weinig of niet onder. Ook waterraderen voor molens, enz. werden veel uit lorkenhout gefabriceerd.

In den scheepsbouw, voornamelijk bij de Russische en Oostenrijksche marine, wordt lorkenhout als masthout en ter vervaardiging van dekplanken, kleine booten en scheepsmeubels gebezigd. (Volgens GAYER leveren de wouden van den Ural prachtige lorkenboomen).

De schrijnwerker gebruikt dit hout, dat zich glad en goed laat bewerken; ook de meubelmaker; maar hoewel meubels uit lorkenhout fraai gepolitoerd kunnen worden, doet 't toch veelal dienst als blindhout. Ook bij kuipers, houtsnijders, enz. vindt het ruime toepassing.

87. Cederhout. Het hout, dat onder dezen naam in den handel voorkomt, is van verschillende boomsoorten afkomstig.

Menigeen denkt bij het hooren van den naam dezer houtsoort aan „de ceders van den Libanon", waarvan 't hout in de oudheid zeer op prijs werd gesteld; men meene evenwel niet, dat het hout van dezen **Libanon-ceder (Cedrus Libani Loudon)** ook nu nog een handelsartikel is. Deze boom is n.l. op den Libanon (op eenige exemplaren na) uitgeroeid en komt aldaar nog slechts op een paar, bijna ontoegankelijke, groeiplaatsen, eenigszins zuidelijk van de zooeven genoemde, in een grooter aantal voor.

Het cederhout, dat heden ten dage wel in den handel voorkomt, heeft met het „echte" niets gemeen als den naam en eenigermate den reuk. Van de verschillende soorten [1]) noemen en beschrijven wij alleen het roode van den Virginischen Jeneverboom en het witte cederhout van den zoogenaamden „Levensboom" afkomstig.

Het cederhout, dat ook hier te lande in groote hoeveelheden voor de fabricage van sigarenkisten wordt gebruikt, stamt van den West-Indischen Cedrela (Cedrela odorata L.) af. Het hout van dezen *loofhoutboom* zal evenwel eerst in de volgende afdeeling der houtsoorten worden beschreven.

Hier moesten wij ons bepalen tot een korte beschrijving van de bovengenoemde twee cederhoutsoorten; daar evenwel het hout van den Virginischen jeneverboom zeer met dat van den Europeeschen jeneverboom of jeneverstruik overeenkomt,

1) Ook het welriekende, lichte, zeer duurzame hout van den ceder-cypres (Cupressus thujoïdes Willd.) is in Amerika als „*White cedar*" bekend. Vervolgens komt ook het hout van den Bermuda-Jeneverboom (Juniperus Bermudiana L.) als „*Red cedar*" in den handel, dat van een Nectandra, uit Guyana en Brazilië, als „*zwart cederhout*", enz., enz.

't welk ook in de mechanische industrie wordt gebruikt, en de boomen botanisch tot hetzelfde geslacht behooren, vinden wij daarin aanleiding om hier ter plaatse de beschrijving van het hout van den jeneverstruik in te lasschen.

1°. **Hout van den Jeneverstruik (Juniperus communis L.).** In onze duinen zoowel als op onze heidevelden (Veluwe) wordt deze Juniperus, als heester, zeer algemeen aangetroffen. In een goeden bodem en een geschikt klimaat, bijv. op de bergen van Zuid- en Midden-Europa, vervolgens in een goed gesloten stand, wordt de Juniperus boomachtig, bereikt een hoogte van 3—7 M. en vertoont stamdikten van 0.15—0.3 M. Ook in 't Noorden komt de jeneverboom voor; in Noorwegen bijv. tot in Finland; stammen van 0.6—0.7 M middellijn zijn daar geen zeldzaamheid [1]). De boom groeit uiterst langzaam en kan zeer oud worden.

De jeneverboom is een kernhoutboom. Zijn hout is dikwijls fraai geaderd. Het splint, uit 18—24 jaarringen bestaande, heeft een lichtgele kleur; het kernhout is fraai en soms zeer gelijkmatig geel tot bruinrood gekleurd,

De grenzen der jaarringen zijn duidelijk waar te nemen; ze zijn meestal grof gegolfd en donkerbruin van kleur; hier en daar, langs gedeelten van den omtrek, bijna zwart.

Eerst met behulp van *de loupe* worden de talrijke mergstralen op de dwarsche doorsnede zichtbaar, doordat hun kleur hier lichter is dan die van het omgevend houtweefsel; zeer duidelijk zichtbaar zijn ze niet, vooral niet in het splint; daarentegen zeer goed in een radiale doorsnede.

Harsgangen worden in dit hout niet aangetroffen. De mergkoker is uiterst klein.

Met *den microscoop* onderzocht, blijkt het hout uit tracheïden en houtparenchym te bestaan. De eerste zijn gemiddeld slechts 0.017 mM. dik, dus onderscheiden zich daardoor van die uit het grenen- en lorkenhout. Spiraalvormig verdikte wanden bezitten de tracheïden zelfs in 't herfsthout niet.

---

1) *Die Culturpflanzen Norwegens*, blz. 54.

De mergstralen hebben een geringe hoogte (0.2 mM. volgens NÖRDLINGER); ze zijn tamelijk gelijkmatig door het houtlichaam verdeeld en uit cellen samengesteld, wier wanden alle op dezelfde wijze, namelijk gewoon gestippeld zijn; alleen bezitten de cellen der bovenste en onderste rijen wanden, die iets rijkelijker gestippeld zijn dan de overige.

Technische eigenschappen en **gebruik.** Het hout is tamelijk hard, fijn, weinig glanzig, zeer dicht, vast, taai en moeielijk kloofbaar.

Luchtdroog, wisselt het specif. gewicht af tusschen 0.53 en 0.70 (gem. 0.615 N.).

Het hout bezit een eigenaardigen, niet zeer sterken en aangenamen reuk; denzelfden, die ook aan de jeneverbessen eigen is. En deze reuk verdwijnt niet zeer snel; tafels, uit betrekkelijk dikke stammen van dit hout vervaardigd, hadden na 50-jarig gebruik nog den frisschen reuk bewaard.

Zoowel op droge als op vochtige plaatsen, vertoont het hout een buitengewoon groote duurzaamheid; het rot niet en wordt niet wormstekig.

Men gebruikt het voor klein draaierswerk, (klein vaatwerk, pijpekoppen), voor inlegwerk en ter vervaardiging van machinedeelen. Ook den meubelmaker is het van dienst. Fraaie wandelstokken (ook zweepstokken) maakt men van afgeschilde stammetjes, door ze met dubbel chroomzure kali te bijten en vervolgens te lakken.

2°. **Rood cederhout.** Er zijn een paar soorten van 't geslacht Juniperus, die „rood” cederhout leveren [1]); slechts dat van den **Virginischen Jeneverboom** (**Juniperus virginiana L.**) kan hier voor een nadere behandeling in aanmerking komen.

Deze kernhoutboom is in Amerika, in de staten Maine en Florida, inheemsch en bereikt daar een hoogte van 30 M. en meer, bij een stamdikte (voor de borst) van ruim een halven meter. In Europa komt de boom in tuinen en plantsoenen aangekweekt voor.

---

1) Zie de noot op blz. 277.

Het hout, dat onder den naam „Red-Cedar" uit Amerika in den handel wordt gebracht, 't zij in blokken, 't zij reeds bewerkt, bezit een zeer fraai rosarood tot bruinrood gekleurd kernhout; het splint bezit een zeer lichtgele kleur. Het heeft een eigenaardigen reuk, die iedereen welbekend is, daar de houten omhulsels der „echte" Faber-potlooden uit dit „onechte" cederhout zijn vervaardigd.

De jaarringen, in den regel grof gegolfd, zijn zeer duidelijk waar te nemen. De mergkoker is uiterst klein.

Onder *de loupe* bemerkt men talrijke mergstralen; hun weefsel is dichter dan dat van 't omringende hout, overigens zijn ze smal en bruin van kleur, zoodat ze goed zichtbaar zijn.

Onder *den microscoop* blijkt, dat het hout nagenoeg denzelfden bouw bezit als het voorgaande; alleen de diameter der tracheïden is grooter, n.l. 0.025 mM., terwijl de mergstralen gemiddeld slechts 0.13 mM. hoog zijn (volgens NÖRDLINGER 0.5 mM.). De cellen der mergstralen zijn met een bloedrood hars, die van het houtparenchym met een bruinrood hars gevuld (WIESNER).

Technische eigenschappen en **gebruik**. Het hout bezit een tamelijk fijn weefsel en eenigen glans; het is gemakkelijk kloofbaar, zacht en daardoor gemakkelijk te snijden.

De duurzaamheid van het hout is zeer groot. Groen, heeft het een spec. gewicht = 1.10, terwijl dit voor 't luchtdroge hout afwisselt tusschen 0.4 en 0.6 (NÖRDLINGER).

In Amerika wordt dit hout gebruikt tot vervaardiging van booten en voor kamerbetimmeringen; in Europa [1]) voornamelijk voor de fabricage van potloodhoutjes (men noemt daarom dit hout ook *potloodhout*), kastjes en fijn timmerwerk.

3°. **Wit cederhout**. Het zoogenaamde „witte" cederhout is hoofdzakelijk van twee soorten van het geslacht Thuja afkomstig; wij zullen ons evenwel slechts met de belangrijkste van deze twee bezighouden, n.l. met de **Thuja occidentalis L.**

---

1) FABER te Stein (bij Neurenberg) gebruikt jaarlijks 18000 kub. vt. (circa 6000 centenaars) van dit hout voor de fabricage van de potlooden, die zijn naam dragen.

of **Levensboom**[1]). Deze kernhoutboom is in Noord-Amerika inheemsch en bereikt daar een hoogte van 13—16 M.

Het kernhout is lichtbruin van kleur en het splint geelachtig wit. Dit splint is tot 12 jaarringen breed; deze zijn duidelijk zichtbaar en nu eens met grove dan weer met zeer fijne golvingen voorzien.

Het hout riekt kamferachtig. De mergkoker is zeer klein en heeft een vierhoekige doorsnede.

Met *de loupe* bemerkt men, dat het herfsthout een groot gedeelte der smalle jaarringen inneemt. Ook worden de mergstralen op dwarsche doorsnede goed zichtbaar, duidelijker dan bij den Juniperus; zij zijn niet hoog (Wiesner; volgens Nördlinger 0.5 mM.).

Met *den microscoop* onderzocht, blijkt ook dit hout, wat den elementairen bouw betreft, groote overeenkomst te bezitten met dat van den Europeeschen Jeneverstruik; ook in de afmetingen der cellen is weinig of geen verschil op te merken. Als kenmerk ter onderscheiding van beide houtsoorten onder den microscoop, wordt door Wiesner het volgende aangegeven: op een tangentiale doorsnede, komen per mM^2. bij den Thuja gemiddeld 160 mergstraalcellen voor, bij den Juniperus daarentegen gemiddeld 230.

Technische eigenschappen en **gebruik**. Het hout is fijn- en langdradig, niet gemakkelijk kloofbaar, zeer buigbaar en zacht. Het vertoont onder alle omstandigheden, zoowel in de lucht als in het water, een groote duurzaamheid; het wordt niet door den worm aangetast. Het groene hout heeft een spec. gewicht = 0.47—1.07; in den luchtdrogen staat wisselt dit af tusschen 0.380 en 0.558 (N.).

Naar men zegt, doen de stammen van den witten ceder in Amerika ook dienst als heimasten; bij ons wordt het slechts ter vervaardiging van fijn timmerwerk en luxe-artikelen gebezigd. Het hout kan uitstekend gepolitoerd worden.

---

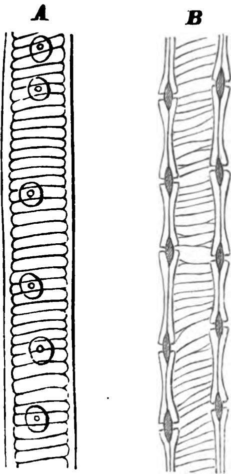
1) De tweede soort is *Thuja orientalis L.*, inheemsch in China en Japan en in Europa aangeplant.

88. Taxishout. Dit hout is afkomstig van den **Taxis** (**Taxus baccata L.**), bij ons te lande een sterk vertakte heester, die niet zelden tusschen ander naaldhout gekweekt en bij Ubbergen een enkele maal in het wild gevonden werd [1]. Het meest komt de taxis voor als boom, op de bergen van Midden- en Zuid-Europa, vooral in de Karpathen en in 't voórgebergte der Oostenrijksche en Zwitsersche Alpen.

De taxis groeit zeer langzaam en neemt gedurende de eerste 150 levensjaren, per jaar gemiddeld slechts $2\,^1/_4$ mM. toe in diameter; exemplaren van 200 jaren en meer hebben dikwijls een middellijn van niet meer dan 30 cM.

Het kernhout is fraai bruinrood, de smalle en ongelijkmatige splintlaag geelachtig wit.

Fig. 76.



Spiraalvormige verdikking met hofstippels op den wand eener tracheïde uit taxishout.
A. radiale } lengtesnede.
B. tangentiale } lengtesnede.
Vergr. 400 maal.

De jaarringen zijn zeer duidelijk waar te nemen en meestal zeer scherp begrensd; smal en fijn gegolfd in de centrale deelen (17 ringen per cM. bijv.) zijn ze, meer naar het splint, breeder en grof gegolfd (5 en 7 ringen per cM.).

De 3—5 hoekige mergkoker heeft een diameter van 0.8 mM.

Met *de loupe* onderzocht, blijkt 't hout geen harsgangen te bezitten. De mergstralen, ongeveer 0.2 mM. hoog, zijn moeielijk zichtbaar, daar ze bijna dezelfde kleur hebben als het omringend houtweefsel. De overgang van voorjaars- en zomerhout in herfsthout is zeer regelmatig.

Het *microscopisch onderzoek* leert, dat de tracheïden een zeer geringe middellijn bezitten en hun wanden, zelfs in 't voorjaarshout, sterk verdikt zijn. Behalve van hofstippels zijn de wanden der tracheïden ook van een spiraalvormige verdikking voorzien (fig. 76). De mergstralen zijn

1) *De Flora v. Nederland*, door Dr. C. A. J. A. Oudemans, deel III, blz. 87.

slechts één cel breed en de wanden hunner cellen alle gewoon gestippeld.

Parenchymweefsel wordt in dit hout niet aangetroffen (SANIO).

Technische eigenschappen en **gebruik.** Taxishout is fijndradig, zeer dicht, taai [1]) en elastisch. Het is een van de hardste Europeesche houtsoorten. Het spec. gewicht van het groene hout = 0.97—1.10, en van het luchtdroge = 0.74—0.94 (gem. 0.84) (N.). De duurzaamheid is zeer groot. Het hout is zeer moeielijk kloofbaar en vertoont zelfs op de kloofvlakken weinig glans. Door velen wordt het bloemhout van den taxis boven mahoniehout verkozen. Het hout laat zich zeer fraai zwart bijten en is als zoodanig als „Duitsch ebbenhout" bekend. In de Alpen gebruikt men het voor snijwerken; overigens wordt het voornamelijk door draaiers en instrumentmakers gebezigd. Veelal worden er vatkranen van vervaardigd, vooral in Oostenrijk. In Tyrol en Stiermarken maakte men de zolen van pantoffels uit taxishout, vandaar den naam „pantoffelhout", dien men aan dit hout gaf. Ook in den machinebouw maakt men van dit hout, voor de vervaardiging van enkele kleine machinedeelen somtijds gebruik. Het stamhout bezit dikwijls hart- en rinkelscheuren, waardoor het dan voor de nijverheid van weinig waarde meer is.

89. Cypressenhout. Wij kunnen niet nalaten om ten slotte in deze afdeeling nog het een en ander mede te deelen omtrent het hout van den **Virginischen** of **moeras-Cypres**, (**Taxodium distichum Richard**); en dit niet zoozeer, omdat het cypressenhout nu reeds in ons land zulk een gewichtige plaats onder de verschillende houtsoorten inneemt, maar, omdat wij de meening zijn toegedaan, dat het eerlang, ook in Nederland, tot een der belangrijkste soorten zal behooren, die in de praktijk toepassing vinden [2]).

---

1) In vroeger eeuwen werd het wapen van den boogschutter uit dit hout vervaardigd.

2) Men zie de *Nota omtrent de houtsoorten der Vereenigde Staten van Noord-Amerika door den Heer* DE LAGRENÉ, *Hoofdingenieur der bruggen en wegen*, in de vertalingen van het *Tijdsehrift van het Kon. Instituut van Ingenieurs.* (Jaargang 1880—81, blz. 171). Vert. uit de *Annales des ponts et chaussées*, 1879, p. 73.

Uit den naam is reeds af te leiden, dat deze cypres een vochtige standplaats verkiest. In Europa en ook in ons land komt de boom in plantsoenen aangekweekt voor, maar Noord-Amerika is zijn vaderland. De talrijke zijtakken der rivieren, die den staat Louisiana doorsnijden (Mississippi, Sabine, enz.) zijn in de lage gedeelten door wouden van dezen cypres omzoomd.

En niet alleen in Louisiana, maar in de wouden van al de staten, die de Golf van Mexico omgeven, groeien de cypressen op de moerassige gronden. De boomen bereiken kolossale afmetingen. Men treft lichtelijk stammen aan, die ruim 21 M. hoog zijn, met een diameter van circa 1.5 M. aan den voet en 1.1 M. aan den top. Bij uitzondering worden ook stammen aangetroffen van 50 M. hoogte.

Men treft van den cypres twee verscheidenheden aan, n.l. de Red- en Yellow-Cypress. Het hout van den eerstgenoemden is wel is waar zeer duurzaam, maar buitengewoon zwaar, zoodat het wegens het kostbare vervoer weinig wordt gebruikt. Ook het hout van den Yellow-Cypress, dat jaarlijks in groote hoeveelheden, per vlot langs den Mississippi te New-Orleans wordt aangevoerd en van daar vervolgens wordt uitgevoerd, is zeer zwaar. Maar een jaar voor het vellen wordt in den boom een diepe cirkelvormige insnijding gemaakt, waardoor veel vocht verwijderd wordt, zoodat de gevelde Yellow-Cypress na verloop van 't jaar in water blijft drijven.

Het hout van den cypres is aanvankelijk geelachtig wit van kleur; aan de lucht wordt het roodachtig. Het bezit een scherpen, doordringenden geur, die afkomstig is van een, in het hout aanwezige, olieachtige stof.

Cypressenhout heeft wel eenige overeenkomst met grenenhout, waarvan de jaarringen zeer smal zijn. De jaarringen zijn ook hier duidelijk te onderscheiden, en eveneens de talrijke smalle mergstralen.

Technische eigenschappen en **gebruik**. Het hout is rechtdradig, vast, taai en gemakkelijk te klooven; het werkt niet en is duurzamer dan pitch-pinehout (maar ook veel duur-

der); wanneer het niet aan de werking der lucht of van den paalworm wordt blootgesteld, is het onvergankelijk.

Kwasten treft men in dit hout bijna niet aan.

In Amerika is 't hout zeer gewaardeerd voor fundeeringen van alle waterwerken. Het is een uitstekend bouw- en werkhout. Dwarsliggers, huisgereedschappen, vaten, masten, enz. worden er van vervaardigd. Men noemt het hout van den cypres als het kostbaarste van de Ver. Staten; ware het niet duurder dan het grenenhout, dan zou het bijna uitsluitend in den hoog- en waterbouw worden gebruikt. Aan delen gezaagd, is het een zeer gewichtig overzeesch handelsartikel.

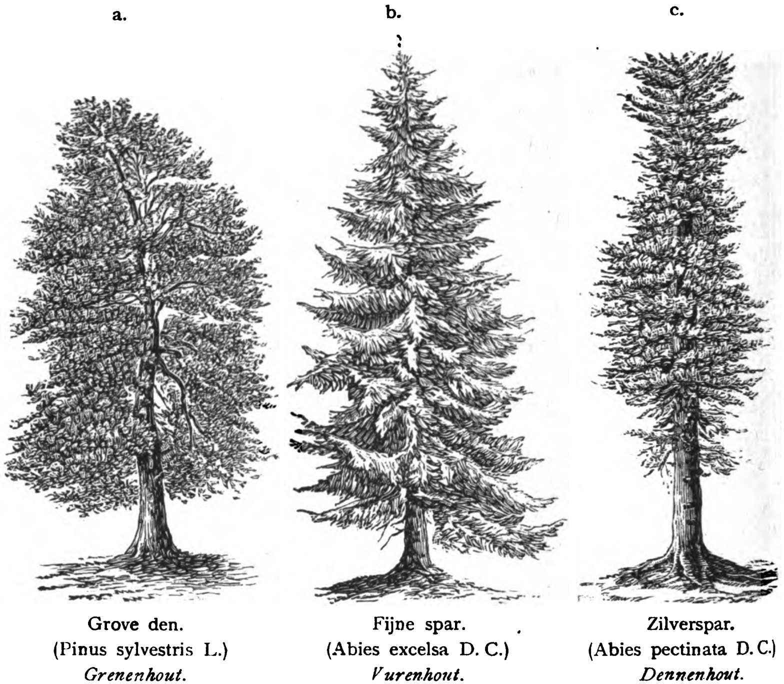
Sedert eenige jaren vindt 't hout ook toepassing in Noord-Duitschland; men schat het daar hooger dan yellow-pinehout en gebruikt het met het beste gevolg [1]).

---

1) Volgens HAARMANN'S *Zeitschrift für Bauhandwerker* (Jaargang 24, blz. 28) werden in 1879 voor een kazerne te Berlijn 900 kozijnen en 550 deuren uit dit hout vervaardigd.

Aanhangsel.

Fig. 77.



a.	b.	c.
Grove den. (Pinus sylvestris L.) *Grenenhout.*	Fijne spar. (Abies excelsa D. C.) *Vurenhout.*	Zilverspar. (Abies pectinata D. C.) *Dennenhout.*

90. Meermalen werd de vraag tot ons gericht: *Hoe kan men in de natuur de naaldboomen onderkennen, die het grenen-, dennen- en vurenhout leveren? Waardoor onderscheiden zich de grove den, de fijne en de zilverspar van elkander?*

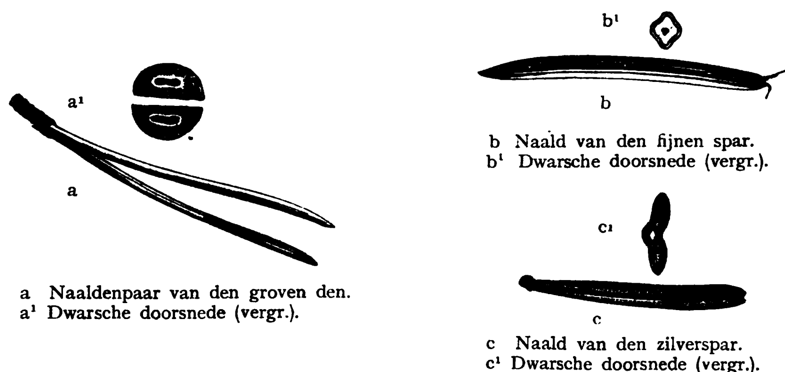
Ten einde het antwoord op die vraag zoo duidelijk mogelijk te doen zijn, hebben wij vooreerst de afbeeldingen der genoemde boomen, zooals die voorkomen in Roszmäszler's: *der Wald*, vertoond en beschreven. Kopieën (op kleiner schaal) van deze afbeeldingen zijn in fig. 77 voorgesteld.

De *grove den*, die in de figuur door a wordt aangeduid, is een oud exemplaar, dat in vrijen stand is gegroeid; zijn bladkroon komt bijna volkomen met die van een loofboom overeen. Was de grove den in gesloten stand voortgekomen, dan zou hij zich, tot op groote hoogte van den stam, van takken gereinigd en slechts een korte, onbeduidende kroon behouden hebben, die veel minder dicht is dan die van den fijnen spar.

De *fijne spar* is de eenige dezer drie naaldboomen, die den piramidalen vorm der bladkroon, waardoor zij zich in hun jeugd alle karakteriseeren, heeft bewaard (fig. 77, b).

Bij den *zilverspar* eindelijk ontwikkelen zich, vooral na het 15de tot 20ste levensjaar, sommige takken meer dan andere, zoodat het piramidale van de kroon spoedig verloren gaat. Bovendien kenmerken zich oude dennen door het ontbreken van een spitsen top; in den regel is deze, zooals dit ook in fig. 77, c is voorgesteld, waaiervormig uitgebreid.

Fig. 78.



a Naaldenpaar van den groven den.
a^1 Dwarsche doorsnede (vergr.).

b Naald van den fijnen spar.
b^1 Dwarsche doorsnede (vergr.).

c Naald van den zilverspar.
c^1 Dwarsche doorsnede (vergr.).

Vervolgens maakten wij ook altijd opmerkzaam op het onderscheid tusschen de naalden der genoemde boomen.

Die naalden zijn, elk met een dwarsche doorsnede, in fig. 78 voorgesteld; men ziet met een oogopslag, dat er een groot onderscheid tusschen deze naalden bestaat.

De *naalden van den groven den*, ongeveer 5 à 6 cM. lang, verschillen daarin van die der beide andere boomen, dat zij (van het tweede levensjaar af) altijd paarsgewijze voorkomen,

zooals dit ook in de figuur bij a is aangegeven. Aan 't eind, waarmede zij aan de takken bevestigd waren, zijn beide naalden door een aschgrauw, droog vliesje omgeven.

De randen der naalden zijn zeer fijn getand. Hun dwarsche doorsnede (a[1]) is half-cirkelvormig.

De kleur der naalden is aan de bovenzijde of platte zijde lichtgroen, aan de gebogen zijde blauwachtig groen.

De. *naalden van den fijnen spar* zijn niet zoo spits als die van den groven den. Hun dwarsche doorsnede (b[1]) geeft een vierkant met afgeronde hoeken te aanschouwen.

De kleur der naalden is aan elk der vier zijden dezelfde, n.l. donkergroen.

De *naalden van den zilverspar* hebben een zeer eigenaardige gedaante, zooals uit de dwarsche doorsnede in de figuur bij c[1] zichtbaar is. Aan hun onderzijde vertoont zich een middenrib en ter weerszijden daarvan een zilverwitte streep, die bij nadere beschouwing met de loupe uit een reeks harsdruppels blijkt te bestaan, die uit fijne openingen in de opperhuid der naald te voorschijn komen. Deze strepen ontbreken aan de bovenzijde der naalden; dientengevolge is deze groen en de onderzijde zilverwit (ook bij de naalden van den fijnen spar vindt men dergelijke strepen, maar op elk der vier zijden, zoodat daar van geen boven- en onderzijde sprake kan zijn).

Aan hun topeind zijn de naalden van een inkerving voorzien.

In de vooronderstelling, dat er onder de lezers dezer bladzijden ook zijn, wien het onderscheid [1]) tusschen deze, voor de nijverheid zoo gewichtige, boomen tot heden onbekend bleef, en daaromtrent gaarne eenige inlichting verlangen, voegden wij dit „aanhangsel” aan de beschrijving der houtsoorten toe.

1) Er zijn nog vele andere kenmerken, waaraan men deze drie belangrijke naaldboomen herkennen en waardoor men ze ook onderscheiden kan. Den leek, op botanisch gebied, geloofden wij door 't medegedeelde evenwel genoegzame middelen voor dat onderscheid aan de hand te hebben gedaan.

b. Loofhout.

---

91. Zooals wij reeds in het begin van dit Hoofdstuk opmerkten, stellen de boomen, die ons het **loofhout** verschaffen, veel grooter eischen aan hun groeiplaats dan naaldboomen.

Daar de loofboom in den regel geen gesloten stand verdraagt, vormt hij zelden groote bosschen. Is dit evenwel het geval, dan zijn deze bosschen nooit zeer dicht, zoodat het licht doordringen kan tot den boschgrond en daardoor nog een tal van planten kunnen voorkomen op de vrije ruimten tusschen de woudboomen.

Dit heeft ten gevolge dat een bosch, uit loofboomen bestaande, een geheel anderen indruk op ons maakt dan een dennen- of sparrenbosch, waarin, wegens den gesloten stand, van plantengroei onder en tusschen de boomen in 't geheel geen sprake kan zijn.

Bovendien treft men in het bosch van loofboomen in het zeldzaamste geval slechts een enkele boomsoort aan; gewoonlijk zijn er verschillende loofboomsoorten in vertegenwoordigd [1]). Bij de naaldbosschen is, zooals men weet, het omgekeerde regel.

Het meerendeel der loofboomen zijn bewoners der vlakten; sommige, zooals de beuk, de berk, komen ook in 't ge-

---

1) Beuken- en eikenbosschen, waarin geen andere loofboomsoort wordt aangetroffen, zijn evenwel geen zeldzaamheid.

Bij aanplantingen zorgt men er immer voor, dat verschillende loofboomsoorten gemengd worden.

bergte, tot vrij aanzienlijke hoogte boven het zeeoppervlak, voor.

Het loofhout bestaat uit vezels, vaten en houtparenchym. De vezels zijn zoowel tracheïden als libriformvezels, die men beide in eenzelfde houtsoort kan aantreffen.

Welke elementen meer bepaald bij deze of gene loofhoutsoort voorkomen, en hoe zij ten opzichte van elkaar geplaatst zijn, zal hierachter bij elke soort in 't bijzonder worden beschreven.

Natuurlijk bezit 't loofhout ook mergstralen; deze zijn meestal zeer duidelijk met het bloote oog waar te nemen, en in den regel veel hooger dan de mergstralen in 't naaldhout; ook volgens de breedte bestaan zij slechts in enkele gevallen uit één of twee cellenrijen zooals dit bij het naaldhout het geval is; meestal is dit aantal grooter.

Jaarringen zijn bij de meeste loofhoutsoorten op een dwarsche doorsnede duidelijk zichtbaar; de oorzaak hiervan is evenwel een andere, dan wij daarvoor bij het naaldhout meedeelden. Terwijl daar toch herfst- en voorjaarshout, door verschil in kleur en door verschil in verdikking en vorm der tracheïden, een verschillenden indruk op het oog maakten, wordt deze bij 't loofhout in den regel te weeg gebracht door den rijkdom van groote vaten in 't voorjaarshout en het ontbreken van deze vaten in 't herfsthout.

Mochten de vaten, wat bij enkele loofhoutsoorten het geval is, gelijkmatig door 't hout verdeeld, zeer gering van diameter en weinig in getal zijn, dan zijn met het bloote oog meestal geen jaarringen zichtbaar. Neemt men evenwel zijn toevlucht tot het vergrootglas, dan bemerkt men weldra, dat jaarringen niet ontbreken; zij zijn nu waarneembaar, doordat de vezels in 't herfsthout immer veel geringer diameter bezitten dan die in 't voorjaarshout.

Het loofhout wordt voornamelijk als werkhout gebruikt. Het inlandsche is voor dat doel somwijlen bij uitstek geschikt; men roemt bijv. allerwege het Zeeuwsche ijpenhout.

Maar ook komt het voor, dat men voor bijzondere doelein-

den, het inlandsche hout minder op prijs stelt dan het buitenlandsche; het eikenhout haalden wij reeds meermalen als voorbeeld daarvan aan, en ook het notenhout bijv., uit zuidelijke streken, wordt wegens de donkere kleur en de fraaie teekening van het weefsel (bloem) door den meubelmaker ver boven het inlandsche notenhout verkozen.

92. Eikenhout. Het **eikenhout**, dat in Nederland en omliggende landen ter bewerking komt, is voornamelijk afkomstig van den **gesteelden of zomereik** (**Quercus pedunculata Ehrh.**) en den **ongesteelden of wintereik** [1]) (**Quercus sessiliflora Sm.**), twee soorten van eikeboomen, die ook hier te lande in het wild, zoowel als aangekweekt, veelvuldig voorkomen.

Maar nog verschillende andere soorten van eikenhout komen in den Europeeschen handel voor en worden in de industrie gebezigd. Evenwel in geringere quantiteiten. Toch zijn er onder deze soorten ook voor ons belangrijk genoeg om ze met een enkel woord te beschrijven.

Zoo bijv. het hout van

den **Franschen eik** (**Quercus pubescens Willd.**), dat van

den **Bourgondischen eik** (**Quercus Cerris L.**), en van

den **wintergroenen eik** (**Quercus Ilex L.**),

boomsoorten, die in Nederland niet worden aangetroffen, maar meer in 't zuiden en het oosten van Europa thuis behooren.

Ook Amerika voert in de laatste jaren in blokken en platen veel eikenhout naar Europa.

Dit stamt grootendeels van den Amerikaanschen witten eik (White oak — Q. alba L.) en den groenen eik (Live oak — Q. sempervirens Ait.). Wij zullen het Amerikaansche eikenhout echter met stilzwijgen voorbijgaan, omdat het in ons land de

---

1) De *zomereik* ontwikkelt zich vroeger in 't jaar en behoudt de bladeren niet zoo lang als de *wintereik*.

De eerste wordt *gesteeld* genoemd, omdat de eikels (de vruchten) aan lange stelen bevestigd zijn, die nog langer zijn dan de bladstelen. Bij den *ongesteelden* eik staan de eikels op hoopjes en zijn zeer kort gesteeld.

concurrentie tegen de Europeesche soorten niet schijnt te kunnen volhouden en het aangevoerde met verlies verkocht of verzonden moet worden [1]).

Alvorens nu tot de meer gedetailleerde beschrijving der andere, bovengenoemde eikenhoutsoorten over te gaan, mag een algemeene beschouwing van eikenhout [2]) hier een plaats vinden.

Eikenhout heeft, zooals een ieder weet, een zeer eigenaardige textuur, die oorzaak is, dat men het gemakkelijk van alle andere houtsoorten onderscheidt.

Alle soorten kenmerken zich in de eerste plaats door de eigenaardige lichtbruine kleur van het houtweefsel, die vooral bij inwerking der lucht te voorschijn treedt. Maar vervolgens ook door de breede, *bandvormige* [3]), 0.3 tot 0.4 mM. breede mergstralen, die lichter (geelachtig) gekleurd zijn dan 't omringend houtweefsel, en bovendien veel glans bezitten. Op een tangentiale doorsnede blijkt, dat deze mergstralen soms verscheidene centimeters hoog zijn.

Ook de jaarringen zijn zeer scherp begrensd, ten gevolge van de talrijke, zeer wijde vaten in 't voorjaarshout.

De mergkoker is vijfhoekig en 1—4 mM. breed.

Met *de loupe* beschouwd, bemerkt men ook fijne, *lijnvormige* mergstralen in 't eikenhout, die door de aanwezigheid der groote vaten herhaaldelijk genoodzaakt worden van richting te veranderen, en zich dientengevolge in den regel voordoen als sterk kronkelende lijnen.

Terwijl men nu met de loupe de wijde vaten in 't voorjaarshout nog duidelijker waarneemt, zal men ook bij de meeste eikenhoutsoorten kleinere vaten in 't herfsthout opmerken.

---

1) Volgens een mededeeling van de H.H. makelaars OVERGAAUW en DE BLAAUW te Rotterdam, is dit niet zoozeer te wijten aan de qualiteit van het hout, dan wel aan het formaat, waarin het hier wordt aangevoerd. Men zendt òf gansche boomstammen òf platen, alle van eenzelfde dikte. Dit wordt door den kooper niet gewenscht. Koopt hij Europeesch eikenhout, dan heeft hij een ruime keuze in alle maten.

2) Dat van den wintergroenen eik blijft hier voorloopig buiten beschouwing.

3) Zie blz. 49.

Het onderzoek met *den microscoop* leert, dat het eikenhout uit vaten, uit tracheïde- en libriform-vezels en uit houtparenchym is opgebouwd.

De groote vaten hebben gemiddeld een diameter van 0.3 mM.; de wanden der vaten zijn met cirkelronde stippels voorzien en somwijlen nog spiraalvormig verdikt. Dikwijls treft men er thyllen aan [1]). De tracheïden en houtparenchymcellen, die in 't voorjaarshout een cirkelvormige, in 't hersthout een ellipsvormige doorsnede bezitten (wier lange as in de richting der jaarringen ligt), zijn circa 0.0108 mM. wijd; hun wanden hebben nagenoeg diezelfde dikte en zijn van spleetstippels [2]) voorzien.

De wanden der libriformvezels, waarop ook spleetstippels voorkomen, zijn eenigszins dikker dan die der tracheïden, nl. ongeveer 0.0138 mM., maar de vezelholte heeft een diameter, die bijna vijfmaal geringer is, en circa 0.0024 mM. bedraagt. Wij ontmoeten dus hier vezels met zeer sterk verdikte wanden; daar deze libriformvezels de grondmassa van het houtweefsel vormen, dankt het eikenhout aan hen voornamelijk zijn hardheid.

Op een zeer gladde, dwarsche doorsnede bemerkt men reeds met het bloote oog, dat in het houtweefsel, in elken jaarring, naast donker gekleurde gedeelten talrijke lichtere plekken voorkomen. Met den microscoop wordt dit verschijnsel weldra opgehelderd. Het blijkt dan toch, dat het lichter gekleurde gedeelte van het houtweefsel de kleine vaten bevat, en overigens uit tracheïden en houtparenchymcellen bestaat. Het meer donker gekleurde gedeelte is daarentegen slechts uit de zooeven besproken libriformcellen samengesteld. En terwijl het eerstgenoemde weefsel (kleine vaten, houtparenchym en tracheïden) zich, al naar de eikenhoutsoort, nu eens in tangentiale dan weer in radiale richting uitbreidt, vormt het met de mergstralen als 't ware een netwerk, welks

---

1) Zie blz. 47.
2) Zie blz. 7.

mazen door het libriformweefsel zijn opgevuld [1]). (Men zie fig. 79).

De, met 't bloote oog zichtbare, bandvormige mergstralen, die, zooals wij reeds opmerkten, circa 0.3 tot 0.4 mM. breed zijn, bestaan in deze richting uit ongeveer 30 en meer reeksen van cellen. De lijnvormige slechts uit 1 of 2 rijen. De mergstraalcellen zijn circa even hoog als breed, 0.019 mM.; hun lengte bedraagt 0.072 mM. De wanden zijn niet sterk verdikt. Hun inhoud bestaat meestal uit hars- en looizuurkorrels.

Wij gaan nu over tot de bijzondere beschrijving der verschillende, boven reeds genoemde, eikenhoutsoorten; van hun technisch gebruik zal daarbij geen sprake zijn, omdat dit ten slotte in een algemeen overzicht zal worden behandeld.

1. **Hout van den zomereik (Quercus pedunculata Ehrh.)** De zomereik komt het best voort op effen of op heuvelachtige terreinen; voornamelijk vormt hij daar groote bosschen. Hoewel hij ook in 't gebergte wordt aangetroffen, soms zelfs tot een aanzienlijke hoogte, is daar toch minder zijn plaats dan wel die van den wintereik.

De zomereik verkiest vervolgens in de vlakten, vruchtbare, losse, diepe gronden en verdraagt overigens zoowel een tamelijk hooge als een buitengewoon lage temperatuur, zoodat hij over geheel Europa en een groot deel van Westelijk- en Centraal-Azië is verspreid.

In Hongarije, in de landstreken aan den Donau, in Frankrijk, enz., treft men nog zeer groote wouden van deze eikensoort aan; in Duitschland komen ze, hoewel met andere boomen gemengd, vooral voor in de vruchtbare vlakten van Midden-Duitschland en aan den Boven-Rijn.

De zomereik, die niet zelden een hoogte van 40 tot 50 M. bereikt, heeft een meer of minder rechten stam, hetgeen af-

1) Wordt eikenhout oud en droog dan vertoont het talrijke kleine scheurtjes aan het oppervlak, die, zooals bij nader onderzoek blijkt, slechts in dit, uit houtparenchym tracheïden en kleine vaten samengestelde deel van het houtweefsel voorkomen en vooral in het tangentiaal loopende weefsel, dus loodrecht op de richting der mergstralen, doen deze scheurtjes zich voor.

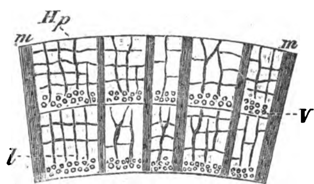
hangt van de standplaats, den al dan niet gesloten stand, enz.
Gewoonlijk wordt hij op 150-jarigen leeftijd geveld.

De hoedanigheid van het hout is zeer verschillend en wordt bijna geheel door den stand van den boom bepaald. Op de hoogvlakten en heuvels levert deze eik meestal een hard en taai, uitstekend hout voor den scheepsbouw, dat zich moeilijk laat klooven. In de drassige vlakten van Slavonië, in de landstreek tusschen Drau en Sau daarentegen, groeit eikenhout, dat uitstekend voor duighout, maar minder geschikt is voor den scheepsbouw.

De zomereik is een kernhoutboom. Het rijpe kernhout en het splint zijn zeer gemakkelijk van elkaar te onderscheiden, terwijl het eerstgenoemde grauw of geelbruin van kleur is, heeft het splint, dat zich over acht tot dertien jaarringen uitstrekken kan, een meer witte kleur. Onder zekere omstandigheden, bijv. bij een langdurig verblijf onder water, kan het kernhout bruinzwart worden.

Reeds vroeger is vermeld, dat men bij 't eikenhout, en dus ook bij deze soort, zeer gemakkelijk de jaarringen waarnemen kan, door de aanwezigheid der talrijke groote vaten in 't voorjaarshout. Deze hebben gemiddeld een middellijn van 0,325 mM. De bandvormige mergstralen doen zich op dwarsche doorsnede voor als heldere lijnen, die ongeveer 0.5 mM. breed en zeer glanzig zijn, zoodat hun hier den naam van „spiegels" met recht toekomt.

Fig. 79.



Kopvlak van een stukje hout van den gesteelden of zomereik (Q. pedunc. Ehrh.).
Hp radiale en tangentiale banden van houtparenchym met tracheïden en kleine vaten;
V groote vaten in 't voorjaarshout;
l libriform;
m bandvormige mergstralen.

Zijn de jaarringen zeer breed, dan kan men op een zeer glad bewerkte, dwarsche snede reeds met het bloote oog zeer duidelijk het radiale houtparenchymweefsel (waarin de tracheïden en kleine vaten) waarnemen en zelfs ook radiaal loopende banden of lijnen, die lichter gekleurd zijn dan het overige houtweefsel. Maar duidelijker komen zij te voorschijn bij een beschouwing met

de loupe. Zooals ook in fig. 79 is voorgesteld, verheffen zich geen groote vaten uit het voorjaarshout, maar zij vormen een scherp begrensde zone in den jaarring. De houtparenchym-cellen doorsnijden het weefsel van een jaarring, zoowel in radiale als in tangentiale richting; de banden hebben evenwel een geringe breedte, waardoor zij niet altijd even gemakkelijk kunnen worden waargenomen; met het bloote oog geschiedt dit het best in breede jaarringen.

De bandvormige mergstralen zijn ongeveer 2—5 mM. van elkaar verwijderd; zij banen zich een rechten weg tusschen de talrijke groote vaten. De fijne, lijnvormige mergstralen daarentegen, die zeer dicht naast elkander het houtweefsel doorsnijden, ontwijken deze vaten en hebben daardoor in 't voorjaarshout een sterk kronkelenden loop.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.69—1.03 (gem. 0.860) (N.), groen = 0.93—1.28 (N.).

II. *Krimpen* [1]. A) In de richting van den draad = 0.2—0.3 % (K.), 0.288 % (L.).
B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 3.2—3.3 % (K.), 1—3 % (N.).
b) in die der jaarringen = 0.8—7.3 % (K.), 1—7 % (N.).

---

1) FREY geeft niet aan, welke eikenhoutsoort hij op krimping onderzoekt. Volgens hem is de krimping van *eikenhout:*

luchtdroog. in de draadrichting 0.0 %, en na langdurige verhitting tot 100° = 0.2 %
„ in de spiegelrichting 3.1 %, en „ „ „ „ „ = 6.8 %

Ook voor het *zwellen* vinden wij slechts opgaven met betrekking tot *eikenhout;* òf *zomer-* òf *wintereikenhout* is onbekend. Zoo bijv. van LAVES:

zwellen in de richting van den draad = 0.4 %
dwarsdraads, in de spiegelrichting = 3.90 %
„ in die der jaarringen = 7.55 %.

Van WEISSBACH vinden wij eveneens, met betrekking tot 't zwellen, slechts cijfers voor *eikenhout:*

de vermeerdering van volume = 5.5—7.9 %
de vermeerdering van gewicht = 60—91 %.

III. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* In de richting van den draad.
   Elasticiteits-grens = 3.50 (M.)
   Elasticiteits-coëfficiënt = 1030.25 (M.), 977.8 (Ch. en W.)
   Vastheids-coëfficiënt = 6.845 (M.), 6.49 (Ch. en W.).
2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.
   Elasticiteits-grens = 2.22 (M.).
   Elasticiteits-coëfficiënt = 1250.65 (M.).
   Vastheids-coëfficiënt = 3.64 (M.), 4.73 (N.).
3. *Buigende krachten.*
   Elasticiteits-grens = 2.71 (M.).
   Elasticiteits-coëfficiënt = 734.50 (M.).
   Vastheids-coëfficiënt = 6.18 (M.), 4.60—10.43 (Ch. en W.).
4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.
   Vastheids-coëfficiënt = 0.92 (M.).
   B) Dwarsdraads.
   Vastheids-coëfficiënt = 3.49 (M.).
5. *Wringende krachten.*
   Elasticiteits-grens = 0.53 (M.).
   Elasticiteits-coëfficiënt = 785.40 (M.).
   Vastheids-coëfficiënt = 0.97 (M.).

IV. *Kloofbaarheid.* Indien de zomereik gegroeid is in een vochtigen grond, dan kan het hout zeer gemakkelijk en glad gekloofd worden. Men herinnere zich ook hetgeen reeds omtrent het hout uit de Slavonische laagvlakten, en dat uit heuvelachtige streken is meegedeeld.

Nog zij gezegd, dat men opgemerkt heeft, dat het hout van den zomereik zeer kloofbaar is, wanneer de schors van den boom lange scheuren vertoont, en de bladeren in den herfst een groengele of geelbruine tint aannemen. Heeft de schors slechts korte scheuren, en wordt 't loof in den herfst roodbruin, dan is de kloofbaarheid van 't hout veel geringer.

V. *Hardheid.* Het hout van den zomereik wordt door NÖRDLINGER tot de klasse der weinig harde houtsoorten gebracht [1]).

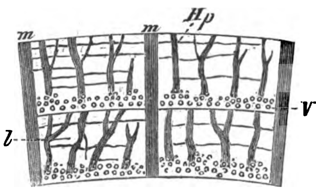
2. **Hout van den wintereik (Quercus sessiliflora Sm.).** De stam van den wintereik wordt in 't algemeen minder hoog en dik dan die van den zomereik en is ook nimmer zoo recht. Men treft dezen eik meer in bergachtige [2]) dan in vlakke streken aan, voornamelijk tusschen 45° en 60° N.B.; hij groeit zelfs zeer goed in een rotsachtigen bodem.

In Duitschland komen, naar men wil, veel meer winter- dan zomereiken voor; in de Oostzee-provinciën ontbreken ze. Ook in de zuidelijke en westelijke gouvernementen van Rusland treedt voornamelijk deze eikensoort op.

De wintereik is ook een kernhoutboom. De kleur van zijn hout verschilt weinig van die van het zomereikenhout; ze is iets bruiner.

De bandvormige mergstralen liggen in dit hout op eenigszins grooteren afstand van elkander dan bij 't vorige, nl. 5—10 mM. Wat overigens omtrent de mergstralen bij den zomereik werd opgemerkt, geldt ook hier.

Fig. 80.



Kopvlak van een stukje hout van den wintereik (Q. sessil. Sm.).
Hp radiale en tangentiale banden van houtparenchym;
V groote vaten;
l libriform;
m mergstralen.

Het houtparenchymweefsel (met tracheïden en kleine vaten) wordt in dit hout op een gladde dwarsche doorsnede, eveneens reeds met 't bloote oog waargenomen. Maar eerst met behulp van *de loupe* bemerkt men duidelijk (zie fig. 80), dat nevens de radiale banden ook tangentiale voorkomen, en deze veel geringer breedte bezitten dan de radiale banden. De groote vaten gaan in deze radiale banden in de kleine vaten over;

1) Volgens GAYER is de hardheid van *eikenhout* welke soort ?) = 1.03, indien die van beukenhout door 't getal 1 wordt voorgesteld.

2) In de bergen van Midden-Duitschland tot circa 970 M. boven het zeeoppervlak; in de Alpen van Z. Tyrol zelfs tot een hoogte van 1360 M.

de eerste zijn dus aan de zijde van het herfsthout niet zoo sterk begrensd als dit bij 't zomereikenhout het geval is.

In het herfsthout vertakken zich de radiale banden vorkvormig.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* In den groenen toestand van het hout wisselt dit af van 0.87—1.16 (gem. 1,01) (N.), en droog van 0.53—0.96 (gem. 0.74) (N.).

Wanneer men het specifiek gewicht van deze eikenhoutsoort en de vorige vergelijkt, blijkt, dat zij nagenoeg even zwaar zijn; de meening, dat de wintereik over 't algemeen een zwaarder hout levert dan de zomereik, wordt dan ook niet door ons gedeeld.

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.03—0.44 % (N.).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 1—4 % (N.),

b) in die der jaarringen = 3—11 % (N.),

III. *Zwellen.* (Zie de noot op blz. 296).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 2.82 (M.), 4.76 (T.), 2.349 (Ch. en W.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 826.75 (M.), 1083 (T.), 921.3 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 4.66 (M.), 9.64 (T.), 5.66 (Ch. en W.).

B) Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 188.7 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.582 (Ch. en W.)

b) in de richting der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 129.8 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.406 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 2.09 (M.), 1.48 (T.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 933 (M.), 1027 (T.).

Vastheids-coëfficiënt = 2.58 (M.), 3.43 (T.).

3. *Buigende krachten.*
Elasticiteits-grens = 1.77 (M.), 2.17 (T.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 620 (M.), 994 (T.).
Vastheids-coëfficiënt = 4.54 (M.), 6.00 (T.), 4,60—10.55 (Ch. en W.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 0.71 (M.), 0.75 (T.).
B) Dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 1.91 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.40 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 339.20 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.75 (M.).

V. *Kloofbaarheid.* Het hout van den wintereik is gemakkelijk kloofbaar, maar niet in die mate als het hout van den zomereik uit moerassige streken.

VI. *Hardheid.* Zie blz. 298.

Hier zij nog opgemerkt, dat de mergstralen in deze en de vorige eikenhoutsoort harder zijn, dan het hen omringend houtweefsel.

3. **Hout van den Franschen eik** [1] (**Quercus pubescens Willd.**). Deze eik behoort in Zuid-Europa thuis. Zelden komt hij noordelijker voor, bijv. in Thuringen, Baden, Lotharingen, enz. Hij verkiest altijd zonnige standplaatsen op zuidelijke en zuid-westelijke berghellingen en bovendien een drogen, vooral kalkhoudenden grond.

Istrië en de provinciën van den voormaligen Kerkelijken Staat, de Marken en Umbrië, leveren voornamelijk dit hout voor den scheepsbouw (kromhout). Stammen van 5 à 6 M. lengte en 0.5 à 0.9 M. diameter komen in Italië voor; het Oostenrijksche hout heeft veel geringer afmetingen.

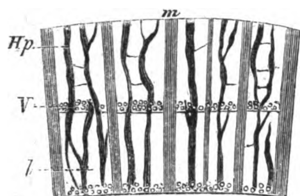
Het hout heeft een lichtbruine kleur.

De jaarringen zijn, ten gevolge van den uiterst langzamen

1) Men noemt dezen eik ook „*zachtharige*" omdat de jonge takken en bladeren met een grauwachtig vilt bedekt zijn.

groei, zeer smal, maar ook weer duidelijk te onderscheiden door de aanwezigheid van groote vaten in het voorjaarshout. De zone, waarin die vaten voorkomen, is ook hier scherp begrensd.

Fig. 81.



Kopvlak van hout van den Franschen eik (Q. pubescens Willd.).
Hp radiale banden van houtparenchym;
V groote vaten;
l libriform;
m mergstralen.

De afstand tusschen de bandvormige mergstralen is niet zeer groot en bedraagt 1—4 mM. Reeds met het bloote oog, maar toch duidelijker met *de loupe*, bemerkt men een karakteristiek onderscheid tusschen het weefsel van dit hout en dat der beide vorige soorten. De lichter gekleurde houtparenchymbanden toch, komen voornamelijk in radiale en uiterst zelden in tangentiale richting tusschen 't meer donkere libriformweefsel voor. Toch is ook tangentiaal houtparenchym aanwezig, maar men bemerkt het eerst duidelijk bij gebruik van den microscoop, daar de banden in die richting een zeer geringe breedte bezitten. (Zie fig. 81.)

Technische eigenschappen.

Het hout van dezen eik is dichter dan dat der genoemde soorten; wat hardheid en vastheid aanbelangt, overtreft het alle andere eikenhoutsoorten met uitzondering van dat van den wintergroenen eik.

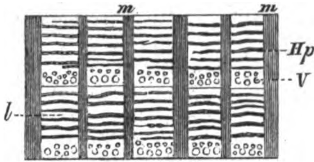
4. **Hout van den Bourgondischen eik (Quercus Cerris L.).** Deze eik komt bijna overal in Midden- en Zuid-Europa voor, en vooral in de gebergten van Spanje, Italië en Zuid-Frankrijk. In Duitschland groeit de boom niet in 't wild; wel komen enkele exemplaren in Oostenrijk voor, gemengd met andere eikensoorten of beuken. Ook deze eik verkiest kalkhoudende gronden. Oude stammen zijn dikwijls zwaar gescheurd.

De kleur van het jonge kernhout is witachtig; het wordt roodachtig bruin bij toenemenden ouderdom; het splint heeft een hooggele kleur.

De talrijke en roodgekleurde bandvormige mergstralen zijn

in den regel iets breeder dan die van de vorige soorten en ongeveer 2 à 3 mM. van elkaar verwijderd.

Fig. 82.



Kopvlak van hout van den Bourgondischen eik (Q. Cerris L.).
Hp tangentiale banden van houtparenchym;
V groote vaten;
l libriform;
m mergstralen.

De groote vaten liggen in een breede, doch zeer scherp begrensde zone.

De mergkoker doet zich voor als die van den zomereik.

Met *de loupe* ziet men weinig en slechts uiterst kleine vaten in het herfsthout; de houtparenchymbanden komen alleen in tangentiale richting voor, een kenmerk, waardoor dit eikenhout zich van de andere soorten duidelijk laat onderscheiden. (Zie fig. 82).

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* In den groenen toestand 1.02—1.17 (N.); droog 0.83—0.87 (N.).

II. *Krimpen.* Dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 2—4 % (N.).
b) in die der jaarringen = 7—14 % (N.).

III. *Elasticiteit en vastheid.* Het hout is niet zoo taai en vast als dat der andere eikenhoutsoorten.

IV. *Kloofbaarheid.* Volgens Nördlinger behoort het tot de moeilijk kloofbare houtsoorten [1]).

5. **Hout van den wintergroenen eik (Quercus Ilex L.).** Deze boom, zoo genoemd, omdat de kleine, stijve, glanzende blaadjes altijd een groene kleur vertoonen (donkergroen aan den bovenkant, matgroen en ruw van onderen) komt voornamelijk

1) Nördlinger deelt evenwel ook het volgende mede (*Techn. Eigenschaften*, bl. 250): „Nach einer Bemerkung des Herrn Ober- Studienraths Riecke zu Hohenheim, welche mir auch von andere Seite bestätigt wird, ist das gewöhnliche Brennholz zu Pesth in Ungarn *Zerreichenholz* (*Quercus Cerris L.*), *und dieses so spaltbar*, dass man die zum Spalten bestimmten Trümmer von 1 bis 2 Fuss Länge nur in einen Rahmen stellt und mit dem Beil kurze Hiebe auf das Hirn führt, wodurch die Scheitchen sich mit solcher Leichtigkeit klüften, dass es des Rahmens bedarf, um sie zurückzuhalten.

in Zuid-Europa en in Afrika voor. Hij behoort niet tot de gezellig levende soorten.

De wintergroene eik groeit zeer langzaam en komt slechts in kleine, kromme, soms zeer dunne stammetjes in den handel [1]).

De elementaire bouw van zijn geelbruin hout, in Nederland ook **azijn-** of **azijnenhout** [2]) genoemd, wijkt van dien der andere eikenhoutsoorten zeer af. Bandvormige mergstralen en vaten van verschillende grootte, worden hier niet aangetroffen. Jaarringen zijn met het bloote oog niet zichtbaar.

Met *de loupe* bemerkt men ook in dit hout radiaal geplaatste banden, uit een weefsel bestaande, dat lichter van kleur is dan het omringende. In dit weefsel, opgebouwd uit tracheïden met zeer verdikte en gestippelde wanden, en doorsneden door tangentiaal gericht houtparenchym, bevinden zich kleine vaten, alle van dezelfde doorsnede. De overige houtmassa bestaat uit libriformvezels, wier wanden eveneens sterk verdikt en gehofstippeld zijn.

Jaarringen kan men evenmin met de loupe als met het bloote oog ontdekken; dat zij aanwezig zijn, blijkt bij onderzoek met *den microscoop*. In het herfsthout blijken nu ook de cellen of vezels, vooral die in de lichter gekleurde gedeelten van het hout, meer plat en samengedrukt te zijn dan in 't voorjaarshout; met den microscoop kan men daardoor de jaarringen onderscheiden.

Technische eigenschappen.

Het spec. gewicht van het hout wisselt af van 0.905—1.030. Zooals uit de beschrijving van den elementairen bouw blijkt, is het zeer dicht; vervolgens is het ook zwaar, beenhard en van groote vastheid.

---

1) In Griekenland bereiken deze boomen, naar men zegt, somwijlen nog een hoogte van 12 à 13 M. en een dikte van 0.3—0.45 M.

2) Van waar dien naam? Dit eikenhout werd (en wordt nog) voornamelijk uit Spanje hier aangevoerd; het heette in den handel „*bois de chêne.*" De spraakmakende gemeente, die geen Fransch verstaat, en dit hout „*bwâ d'sjène*" en misschien ook wel „*bwâ d'sjaine*" hoorde noemen, maakte er langzamerhand „*azijnen*" en „*azijnhout*" van.

Duurzaamheid en gebruik van het eikenhout. Overal, waar men van het hout, naast een buitengewone duurzaamheid, groote hardheid en vastheid verlangt, wordt eikenhout ten zeerste geschat. Zijn duurzaamheid is n.l. niet alleen groot in een vochtige of in een drooge omgeving, maar zelfs tegen een afwisseling van vochtigheid en droogte is het uitstekend bestand. Eikenhout is daarom bijv. een der beste houtsoorten voor den water- en bruggenbouw, voor den spoorwegbouw, voor den bergbouw, den machinenbouw, enz. enz. Toch moeten wij erkennen, dat het gebruik niet meer zoo groot is als voorheen. 't Eikenhout n.l., dat vroeger in enkele streken voor bepaalde bouwwerken onontbeerlijk werd geacht, is tengevolge van de stijgende prijzen en wegens andere omstandigheden door grenen-, vurenhout, enz. wel een weinig op den achtergrond gedrongen.

Men denke bijv. aan de dwarsliggers voor den spoorwegbouw. Voorheen geloofde men, dat alleen 't eikenhout door zijn groote duurzaamheid (de liggers duurden 10—16 jaren), met lorkenhout (duur der liggers 10 jaren) en buitengewoon best grenenhout voor de fabricage der liggers konden dienen. Sedert men evenwel genoeg ervaring van 't impregneeren heeft opgedaan, gebruikt men meer andere houtsoorten, waaronder bijv. zelfs vuren- en beukenhout. [1])

Voor eiken liggers gebruike men altijd jong eikenhout en geen oud stamhout of takhout van oude stammen; is toch het hout van geringe duurzaamheid, dan zullen ook de liggers niet van langen duur zijn.

Zeer gewichtig is het eikenhout voor den scheepsbouw. Maar ook daar is het een weinig teruggedrongen, n.l. door het gebruik van Djati- of Teakhout.

Niet alle eikenhout is in den scheepsbouw te gebruiken. De beste qualiteiten worden er verlangd. En deze herkent

---

1) De duur van vurenhouten liggers, op verschillende wijzen geïmpregneerd, bedraagt gemiddeld 6.6—9.6 jaren, die van beukenhouten liggers gemiddeld 13—17.8 jaren.

men gereedelijk aan de breede, overal gelijkmatig gebouwde jaarringen (niet breeder evenwel dan 7 à 8 mM.) en smalle zonen van niet te groote vaten; de kleur van een verschen spaander mag niet te bruin en moet in elk geval gelijkmatig zijn. Het hout moet vervolgens langdradig en taai zijn, en ten slotte sterk naar looizuur rieken. Zijn de jaarringen smal, de vatringen breed, de vaten wijd, is het hout kortdradig en van donkere, ongelijkmatige kleur, en riekt het overigens duf, dan heeft men met een slechte qualiteit van eikenhout te doen.

Of zomer- dan wel wintereikenhout den voorrang als scheepsbouwhout verdient, is niet uit te maken, alleen kan gezegd worden, dat het meeste hout voor dit doel door den zomereik geleverd wordt [1]). In Noorwegen wordt bepaald wintereikenhout voor den scheepsbouw verkozen.

Het Duitsche eikenhout, dat ook hier te lande wordt ingevoerd, is boven al het andere te verkiezen, zoo het slechts uit een niet te guur klimaat en van een krachtigen bodem in een heuvel- of bergachtig terrein afkomstig is. Ook de Adriatische kustlanden leveren een goed hout, maar het Slavonische, Poolsche, Spessarter, enz. wordt voor den scheepsbouw weinig begeerd.

Bij de Oostenrijksche marine schat men het hout van den Franschen eik zeer hoog.

De schrijnwerker gebruikt het eikenhout niet voor fijn werk, omdat het zich wegens de vele groote vaten niet fraai laat politoeren en daarenboven ook geen fraai uiterlijk heeft.

Voor parketvloeren, voor meubels van allerlei aard is het

---

1) Hier zij opgemerkt, dat men bij gepantserde schepen, waar men achter het stalen of ijzeren pantser een veerkrachtige houtlaag plaatst, die aan de vernielende werking der projectielen moet weerstand bieden, deze houtlaag steeds uit Djati- en niet uit eikenhout vervaardigt. Dit geschiedt, omdat de ijzeren bouten, die den ijzeren aan den houten romp zullen verbinden, in het eikenhout zeer sterk door het looizuur worden aangetast, hetgeen bij het Djati-hout *in veel minder mate* het geval is, zoodat de bouten dan 2 à 3 maal langer kunnen duren.

overigens uitstekend geschikt [1]). Wij herinneren er hier aan, dat de meubelmaker het eikenhout uit het Noorden verre verkiest boven dat uit Zuidelijke streken; het eerste is n.l. zachter en dus gemakkelijker te bewerken. Een ruim gebruik wordt ook door den wagenmaker van eikenhout gemaakt; spaken voor wielen, rongen, enz. bestaan in den regel uit eikenhout.

Bij den bouw van spoorwegwagens wordt nog altijd, hoezeer daar ook door het toepassen van ijzerconstructies het hout op den achtergrond is gebracht, tamelijk veel eikenhout gebezigd. Voor elken, volgens de nieuwste constructies gebouwden, gesloten ijzeren goederenwagen is nog altijd ruim een M^3 eikenhout noodig.

Ook de kuiper, wiens voornaamsten arbeid in de vervaardiging van vaten bestaat, gebruikt eveneens veel eikenhout. Vooral wanneer die vaten moeten dienen voor het bewaren of verzenden van vloeibare, geestrijke stoffen, zooals wijn, bier, enz. De vaten voor droge waren, vervaardigt men uit dennen-, grenen-, vuren-, beukenhout, enz.; evenzoo emmers, kuipen, enz. Alleen voor haringtonnen wordt ook veel eikenhout, maar van geringe qualiteit, gebezigd.

Men gebruikt voor goede vaten alleen eikenhout, omdat dan beantwoord kan worden aan de eischen, die men aan een degelijk vat stelt. Het moet duurzaam zijn en sterk, opdat het bij het transport stooten en drukking kan weerstaan. Vervolgens mag de inhoud weinig of niets verminderen, en deze dus niet in vloeibaren of gasvormigen toestand door poriën of scheuren uit 't vat ontsnappen.

Het splint en het hout uit de nabijheid van het hart worden

---

1) Bij eiken meubelen verwerkt men ook inwendig *wagensehot* en geen *kloshout*. Onder *wagenschot* verstaat men eiken stamhout, dat na de velling door het hart gekloofd — tegenwoordig meer door het hart gezaagd — is; in het inwendige van de platen, deelen en ribben, die vervolgens door zagen uit de gekloofde stamdeelen zijn verkregen, treft men dus geen hart aan. Daar door het klooven inwendige gebreken van den stam zichtbaar worden, neemt men voor wagenschot stammen van de beste qualiteit. Het hout is overigens uitstekend, daar het na het klooven goed kan uitdrogen en weinig meer werkt. Het is beter, maar ook duurder dan het *kloshout*; dit is gewaterd eikenhout, dat voor bepaalde constructies op afmetingen gezaagd en in den handel gebracht wordt.

bij de vervaardiging van vatduigen niet gebruikt; alleen het taaie, buigbare en kwastvrije kernhout. De eerste bewerking van het eikenhout tot duigen geschiedt meestal reeds in de bosschen. Het hout wordt daartoe gekloofd in radiale richting, zoodat op de breede vlakken der duigen de mergstralen volgens hun lengte zichtbaar worden; wordt later een vat uit dergelijke duigen vervaardigd, dan vormen de breede duigvlakken te zamen het binnen- en buiten-oppervlak van het vat; vloeistof zal dus door 't hout moeten dringen in een richting loodrecht op die der mergstralen, hetgeen door de ons bekende samenstelling van 't hout niet te verwachten is.

Het Slavonische en Rijnsche is verreweg boven het Poolsche en Spessarter eikenhout te verkiezen. Het Poolsche, dat in den handel der Noord- en Oostzeehavens een belangrijke plaats inneemt, is minder sterk en deugdzaam, heeft veel splint en veel gebreken; overigens is het fijndradig en zacht en wordt daarom door den meubelmaker meer gewenscht. Het Spessarterhout is eveneens gemakkelijker te verwerken, maar poreuser; het heeft smalle jaarringen, enz.

Ook voor raamhout en raamroeden verlangt men eikenhout van geen minder qualiteit dan dat, hetwelk door den kuiper wordt gebruikt. Het raamhout, dat met een quadratische doorsnede van 75 tot 150 mM^2. in den handel voorkomt, is gekloofd eikenhout (soms lorken- of vurenhout), hetwelk alleen genoeg waarborg geeft tegen scheuren en werken en genoegzamen weerstand biedt aan den invloed der atmosfeer.

In den machinebouw werd het eikenhout ook meer dan thans gebruikt, in 't algemeen voor die werktuigen of machinedeelen, die aan groote wrijving waren blootgesteld, of waarmede men kracht moest uitoefenen: schroeven, stampers in oliemolens, heiblokken, enz.

Vervolgens fabriceert men uit eikenhout in sommige streken de zolen van lederen klompen, men maakt er wandelstokken van, enz., enz.

Het hout van den wintergroenen eik, het zoogenaamde azijnhout, dat vaster en taaier is dan dat van de overige soorten,

maar kromdradig en moeilijk te bewerken, dient ter vervaardiging van heften, houten hamers, kammen in raderen, enz.

Het eikenhout droogt zeer moeilijk en is, vochtig zijnde, zeer sterk aan kromtrekken onderhevig; laat men het dus langs den natuurlijken weg drogen, zoo zijn er jaren mede gemoeid voor men het op plaatsen gebruiken kan, waar kromtrekken schadelijk zou werken.

Het is ten slotte aan velerlei gebreken onderhevig; eiken stammen van middelbare afmetingen (0.6—1.2 M. dikte) bezitten gemeenlijk het beste en meest gezonde hout, vooral wanneer zij in een niet te ruw klimaat en in vrijen stand zijn gegroeid. Men treft bij het eikenhout, loshartigheid (ook hol en rot), maanringen of dubbel splint, vlekken op dwarsche doorsnede (zwarte en bruine), witte en geelgepijpte kwasten, uileveeren, paardenpooten of bomslag [1]), kortom allerlei gebreken aan, die grootendeels aan de vernielende werking der kleine woekerplantjes moeten worden toegeschreven.

93. Djati-hout (Teak-hout) [2]). **De Djati-boom (Tectona grandis L. fil.)**, waarvan deze houtsoort afstamt, komt slechts voor tusschen den 73sten en den 120sten lengtegraad, Oostelijk van Greenwich, van den 10den tot den 26sten graad Noorderbreedte en van den 6den tot den 9den graad Zuiderbreedte.

Hij groeit slechts welig op plaatsen, waar een afwisseling van moessons heerscht — overal elders zijn alle pogingen ter aanplanting tot heden zeer slecht geslaagd.

---

1) Bomslag is het gevolg van een beschadiging van den stam vóór de velling.

Men zie overigens voor afbeelding en beschrijving dezer gebreken: *Proeve over het eikenhout bij den bouw van schepen in gebruik.* Uit het Deensch vertaald door H. G. JANSEN. Amsterdam en 's Gravenhage bij Gebr. VAN CLEEF, 1842.

2) CORDES (*de Djati-bosschen op Java*, blz. 1) zegt: In den Oost-Indischen Archipel draagt de Djati-boom algemeen den naam *Jati* of *Djati*; zijn hout heet *Kajoe jatie* of *Kajoe djati* in de Maleische en de Javaansche, en *Ki djati* in de Soendaneesche taal. De Engelsche benaming *Teak* of *Tek*, afgeleid van *Tayk* of *Doda-Tayka*, onder welken naam de inboorlingen van Malabar den boom kennen, is van veel meer algemeene bekendheid. In de Europeesche talen wordt dan ook steeds van *Teak-timber*, *bois de Tek*, *Tek des Indes*, *Teak of Tekholz* gesproken. Ook het Djati-hout van Java wordt dikwijls *Java-Teak* genoemd.

De boom wordt, gezellig levend, voornamelijk in Voor- en Achter-Indië (Malabar, Birma [1]) Siam) en in den Oost-Indischen Archipel op Java aangetroffen. Vooral het midden en oostelijk gedeelte van dit eiland is rijk aan Djati-bosschen, die zoowel oorspronkelijk zijn als aangekweekt (residenties Rembang, Madioen, Semarang, Soerakarta, enz.).

De Djati komt nog tot 600 M. boven 't zeeoppervlak voor. Welig tiert hij in een heuvelachtig droog terrein; zoowel in een aan humus rijken als in een schralen kalkgrond.

In zijn jeugd ontwikkelt de boom zich zeer wel, vooral in de lengte, maar is toch eerst op 80 tot 100-jarigen leeftijd volwassen; volkomen gave stammen, meer dan 200 jaren oud, zijn evenwel geen zeldzaamheid. De hoogte van een volwassen Djati-boom op Java bedraagt 30 à 40 M.; de stamdikte, voor de borst gemeten, varieert van 0.4 tot 1.6 M.

Zelden zijn Djati-boomen zeer hoog en recht opgeschoten. Meestal hebben zij een bochtigen groei en dikwijls begint de takverdeeling reeds op geringen afstand van den grond. Door een gesloten stand kan men den lengtegroei bevorderen en de takverdeeling tot op een hoogte van 18 à 20 M. brengen.

De Djati-boom is een kernhoutboom. Het splint, in den regel niet zeer breed (8—12 jaarringen), heeft een helder geelachtig witte kleur; het kernhout van den pas gevelden boom is donker grauwbruin of zelfs groenachtig. Zeer spoedig wordt deze kleur evenwel lichtbruin [2]).

De mergkoker heeft een breedte van 3—5 mM. en een vierhoekige doorsnede.

De jaarringen, ontstaan door den stilstand in den groei

---

1) De voornaamste uitvoer van Djati-hout naar Europa heeft plaats uit de twee havenplaatsen van Britsch-Birma: Moulmain en Rangoon.

2) In de Residentie Rembang onderscheiden de inlanders verschillende variëteiten van Djati-boomen, (CORDES, *de Djati-bosschen op Java*, blz. 28) bijv.:

Djati soenggoeh (echte Djati) heeft een donker kastanjebruin hout;

„ minjak (olie Djati) heeft een gestreept en donkerder gekleurd hout, zeer vettig in verschen toestand;

„ kapoer (kalk Djati) met een rijk en zichtbaar gehalte aan kalk, enz.

gedurende het droge jaargetijde (op Java van Juni tot October, in Britsch-Indië van December of Januari tot April of Mei), zijn zeer duidelijk waar te nemen, omdat, evenals bijv. in het eikenhout, een aantal groote vaten kringsgewijze in het voorjaarshout der jaarringen zijn geplaatst; ook is de kleur van het houtweefsel in dit gedeelte van den ring verschillend van die van het herfsthout.

Met het bloote oog zijn de zeer fijne en talrijke mergstralen en hier en daar *onechte* [1]) mergstralen duidelijk te bespeuren.

Met *de loupe* doen zich de mergstralen voor als lichte lijnen op een donkeren grond; zij loopen kronkelend door 't houtweefsel en zelfs in deelen, waar geen groote vaten hen daartoe noodzaken, zijn de stralen niet rechtlijnig. De bandvormige mergstralen worden nu in een aantal fijnere mergstralen ontleed, die elk voor zich voor 't naakte oog onzichtbaar waren.

Microscopisch onderzocht, blijkt het hout veel overeenkomst met dat van den walnoot (Juglans regia L.) te hebben. Van eikenhout onderscheidt het zich door de afwezigheid der radiale en tangentiale banden van houtparenchym, waaraan waarschijnlijk de grootere duurzaamheid van Djati- boven eikenhout moet worden toegeschreven, want overigens bestaat het Djatihout uit libriformvezels [2]) met sterk verdikte, gehofstippelde wanden, die ook de grondmassa van het eikenhout uitmaken. Natuurlijk zijn die vezelwanden in het gedeelte van de jaarringen, dat in den West-moesson in October, November en December werd gevormd, en dat met het voorjaarshout van onze Europeesche boomen te vergelijken is, minder dik dan in het hout, dat later tot aan de maand Juni gevormd wordt en met het herfsthout overeenkomt. Aan dit libriformweefsel dankt het Djati-hout zijn harde, hoornachtige natuur en zijn betrekkelijk hoog specifiek gewicht.

De vatwanden zijn bedekt met kleine hofstippels; alleen

---

1) Zie blz. 49.

2) Zoowel *enkelvoudig* als *gedeeld* libriform komt in het Djati-hout voor; zie blz. 40 en fig. 18.

daar, waar zij aan mergstralen grenzen, komen groote, gewone stippels voor. De dwarsche wanden zijn door ronde openingen doorboord. De vaten zijn gevuld met thyllen. In de nabijheid der vaten komen slechts weinig parenchymcellen voor; deze zijn veel dunner van wand dan de libriformvezels.

De mergstralen zijn slechts 2 à 4 cellen, zelden één cel breed; volgens de hoogte bestaan zij uit 6 tot 10 celrijen. Ook hun wanden zijn van hofstippels voorzien en, evenals die der houtvezels, met een bruingekleurde, harsachtige stof bedekt.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Het spec. gewicht van goed uitgedroogd Djati-hout is iets geringer dan dat van eikenhout.

Gem. waarde = 0.680 (volgens NÖRDLINGER, voor verschillende variéteiten van Djati) [1]).

Djati-hout van Java = 0.592—0.705 (FIGEE) [2]).

Djati-hout van Britsch-Indie = 0.540—0.788 (FIGEE).

II. *Krimpen.* Goed uitgedroogd Djati-hout krimpt en scheurt bijna niet. Daarom uitstekend voor dekplanken op schepen; deze behoeven bijna nooit gebreeuwd te worden.

III. *Zwellen*, totdat het hout met water verzadigd is.

A) in de draadrichting = 0.22 % („Ostindisches Teak-holz") (L.).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 1.12 % (L.); 0.414—1.155 % (Kernhout van Java-Djati) (N.).

b) in die der jaarringen = 3.20 % (L.); 0.471—1.704 % (Kernhout van Java-Djati) (N.).

---

1) *Der Civilingenieur.* Deel XXV, afl. 6 en 7.

2) *Tijdschrift der Ned. Maatsch. t. b. v. Nijverheid.* 4de reeks, deel I, blz. 416 e. v.

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-coëfficiënt = 873 (Java-Djati) (volgens proeven op de marinewerf te Amsterdam in 1876); 1025 (Moulmain-Teak) (volgens proeven op de marinewerf te Amst. in 1876).

Vastheids-coëfficiënt = 13.16 (N.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Vastheids-coëfficiënt = 6.04 (N.).

3. *Buigende krachten.*

Gemiddelde statistische elasticiteits-coëfficiënt voor Teak en Djati-kapoor = 1183.96 (FIGEE) [1].

Elasticiteits-coëfficiënt = 1063.35 (gemiddeld resultaat van verschillende waarnemers) [2].

V. *Hardheid* van het Djati-hout is zeer groot. Dat uit de bergstreken is harder dan het hout uit de vlakten. Worden de stammen niet bijtijds geveld, maar blijven ze tot op een hoogen leeftijd staan, dan wordt het harde hout tevens bros.

VI. *Kloofbaarheid.* Deze is tamelijk groot en doet niet onder voor die van elzenhout (N.).

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Het Djati-hout bezit een groote mate van duurzaamheid; het is volkomen bestand tegen afwisseling van vochtigheid en droogte. Ook onder water is het onvergankelijk, zoo het niet door den paalworm kan worden vernield.

Een zorgvuldige behandeling heeft op de duurzaamheid van Djati-hout een grooten invloed. Het krachtigste, sterkste hout is dat van middelbaren leeftijd, dat, in den Oost-moesson geveld, goed gewaterd en door en door droog is [3].

---

1) Zie: *De akustische methode ter bepaling van den coëfficiënt van veerkracht*, enz. Akademisch proefschrift door S. FIGEE. Haarlem, 1877, J. M. SCHALEKAMP.

2) Als boven.

3) „Zoowel op Java als in Britsch-Indië", zegt de Heer CORDES (blz. 48), „is het gebruikelijk de Djati-boomen een tijd lang vóór de velling dood te kappen door hen te

Goed uitgedroogd Djati-kernhout krimpt en scheurt bijna niet. Op het gevoel is het vettig, ten gevolge van de harsachtige stoffen in het houtweefsel, die het tevens een eigenaardigen reuk verleenen. Deze reuk beschermt het droge hout uitermate tegen de aanvallen van insecten; zelfs de witte mieren in Indië tasten het niet spoedig aan.

Vochtig hout wordt door zwammen aangetast en is op de stapelplaatsen zeer aan scheuren onderhevig.

Maar ook het goed behandelde hout is niet vrij van gebreken. Het is, evenals onze houtsoorten, aan vervuring onderhevig (gepijpte kwasten, uileveeren). Vervolgens bemerkt men zeer dikwijls kleine ronde gangen in het hout; deze zijn waarschijnlijk vóór de velling door kleine larven gegraven, die door den Javaan Olan-Olan Djat worden genoemd; men vreest die gangen in het hout niet zeer.

Meer is dit het geval met de kalk*aderen*, die somwijlen zoo talrijk zijn, dat het hout een witachtige kleur vertoont, of met de kalk*ringen*, die, zooals wij reeds op blz. 84 meedeelden, dikwijls een groot volume in het stamhout innemen [1]). Een dergelijk stamhout bezit natuurlijk een zeer geringe waarde; hoogstens zijn enkele gedeelten er van voor klein werk te gebruiken. Hetzelfde

---

ringen, ten einde goed uitgedroogd hout te krijgen. Men hakt daartoe, tegen het invallen van het regenseizoen, dicht bij den grond, met eene bijl rondom in den stam eene diepe inkeep, die door schors en spint tot in het hout doorgaat, ter wijdte van minstens 5 Ned. duimen. Het voedingssap vloeit dan langs dien uitgekapten ring weg".

Op blz. 51 lezen wij evenwel: „Het ringen der Djati-boomen vindt ook niet algemeen bijval. Velen zijn van gevoelen dat het beter is de stammen ongeringd te vellen en daarna in water te leggen, liefst in stroomend water waardoor de voedingssappen, die juist de verrotting, het bederf, de vervuring veroorzaken, beter zouden worden uitgedreven dan door het zoogenaamde doodbloeden op stam na het ringen geschiedt, zelfs al wordt het hout hierna ook nog in water gelegd, in welk geval toch de sappen reeds grootendeels in het hout zijn opgedroogd en moeilijker zullen verwijderd worden.

Ook in Britsch-Indië is men het omtrent de voor- en nadeelen van het ringen nog niet eens".

1) Op blz. 89 is de chemische samenstelling eener witte kalkafzetting in Djati-hout meegedeeld.

nadeel ondervindt men door de holstammigheid der Djati-boomen; vele, welig opgeschoten, fraaie exemplaren, waaraan bij de keuring op stam niets bemerkt werd, blijken na de velling slechts eenige weinige planken te kunnen leveren.

Het Djatihout, dat, wat buigzaamheid en veerkracht betreft, bijv. bij ons grenenhout ten achter staat, is evenwel vaster dan alle Europeesche houtsoorten.

Het kan op alle mogelijke wijzen en, niettegenstaande de hardheid, zeer gemakkelijk worden bewerkt; enkele malen is het hout warrig en kortdradig en daardoor iets stug bij de bewerking. Het laat zich zeer goed snijden, draaien en politoeren (vooral dat van den Djati Kembang — *bloem*-Djati wegens de geur — en het gevlamde hout van den Djati-doreng kan zeer fraai gepolitoerd worden).

In den scheepsbouw wordt het Djati-hout zeer op prijs gesteld en voornamelijk voor den bouw van marineschepen. Op 's Rijks werf te Amsterdam, evenzeer op de marinewerven te Kiel, Cherbourg en Triëst worden groote hoeveelheden Djati-hout gebruikt. Dat de harsachtige stof (olie?) in de vezels het ijzer aantast en dus bij gecombineerde stelsels van scheepsbouw zeer nadeelig werkt, hoewel minder dan eikenhout, hebben wij reeds bij de beschrijving dezer houtsoort opgemerkt [1]).

Maar ook bij handelsschepen, die de keerkringszeeën bezoeken, maakt men ruimschoots gebruik van Djatihout voor binnenbetimmering, bovendek, enz. [2]).

---

1) Enkele schrijvers en deskundigen meenen, dat door de olieachtige stof in het Djatihout het er mede in aanraking zijnde ijzer voor oxydatie wordt beveiligd. Uit verschillende feiten blijkt evenwel, dat deze meening zeer onjuist is. In ons bezit zijn bijv. twee ijzeren bouten, uit de Aruba, een schroefstoomscheepje 4[de] kl., afkomstig Deze bouten komen uit de houten kiel, die daardoor aan de ijzeren kiel verbonden was. De houten kiel was van Djati-hout; voor zoover de bouten door het Djati-hout omgeven zijn geweest, zijn ze geducht aangevreten en is hun dikte tot op de helft gereduceerd.

2) De mailbooten der Stoomvaart-maatschappij Nederland, die in Schotland gebouwd

Voor den huisbouw neemt het gebruik van Djati-hout hier te lande al meer en meer toe (trappen, deuren, kozijnen). Ook voor meubelmakers en houtsnijders is het een zeer goed materiaal.

Opmerking. Veel van 't geen wij hierboven omtrent Djati-hout meedeelden is ontleend aan de reeds meermalen aangehaalde monographie van den Heer Inspecteur van het Boschwezen in Ned. Indië, J. W. H. CORDES, over *de Djatibosschen op Java*, enz.

Terwijl wij de kennismaking met dit belangrijk werk ten hoogste aanbevelen, in de eerste plaats aan verbruikers van Djati, wenschen wij ten slotte de aandacht te vestigen op de volgende, daarin op blz. 279 voorkomende, zinsneden:

„Aan weinigen is het bekend hoe het Djati-hout als bouw- „en timmerhout in 't algemeen het beste eikenhout overtreft. „Daarbij heeft zich in Nederland de verkeerde meening ge- „vestigd dat het Djati-hout in qualiteit voor het Moulmain-Teak „onderdoet. Het tegendeel is waar.

„Het Java-Djati-hout overtreft door zijne fijnere vezel dit „laatste nog in deugdzaamheid. Die minder goede naam van „het Djati-hout moet grootendeels worden geweten aan de „houtondernemers op Java die facturen naar Nederland zenden. „Wat zij verzonden was meest zeer klein hout van zeer infe- „rieure qualiteit, benevens kromhouten die ook hier (in Indië) „onverkoopbaar waren. Dat uitschot kon dan ook slechts „tegen zeer lage prijzen van de hand gezet worden, wat nu „de ondernemers afschrikt proeven op groote schaal te wagen. „Het zou zeer te wenschen zijn, dat door het zenden van „betere facturen aan het Djati-hout in Nederland zijn goeden „naam werd teruggegeven en daar een uitweg gevonden werd „voor dit uitmuntende timmerhout, waarvan op Java maar al „te spoedig de markt wordt overvoerd. Kan eenmaal in Ne-

---

zijn, hebben een binnenbetimmering en bovendek van Djati-hout; ook de stoomschepen der Ned. Ind. Stoomvaart-maatschappij, die eveneens op de Schotsche werven zijn vervaardigd, zijn grootendeels uit Teakhout (uit Britsch-Indië) gebouwd.

„derland eene geregelde markt voor het Djati-hout van Java „geopend worden, en voorzien de Regeering en mogelijk ook „vreemde mogendheden zich daar van dit meer en meer on- „misbare hout [1]) eerst dan zal aan de exploitatie der Djati- „bosschen op Java eene uitbreiding kunnen gegeven worden, „die aan hunne uitgestrektheid en den jaarlijkschen bijgroei „van het hout geëvenredigd is.”

94. IJpenhout. Het **ijpenhout** uit den handel is, voor zoover het ons vaderland betreft [2]), afkomstig van den **gemeenen ijp (Ulmus campestris L. Spach)** en variéteiten van dezen boom.

Deze ijp is over geheel Europa verspreid, voornamelijk over het Westelijk- en Middengedeelte en Noordelijk tot 66° Noorderbreedte. Hij groeit in alle gronden; maar de zwaarste boomen, die tevens het beste hout leveren, komen van goede, vruchtbare (niet moerasachtige) kleigronden, waar de wortels flink in kunnen doordringen. Daar de boom bovendien betrekkelijk snel groeit en in ongeveer 70 jaren een hoogte bereikt van ruim 30 M., bij een stamdikte, voor de borst gemeten, van 0.6—1 M., en zijn hout veel waarde bezit, kan het kweeken van ijpen in ons land met veel voordeel geschieden. Men vindt dezen ijp dan ook zoowel wild in de bosschen als overal langs wegen, kaden en polderdijken. Vooral de Zeeuwsche ijpen hebben een uitstekenden naam; hun rechtdradig stamhout,

---

1) In het *Kort overzicht van den handel in fijne werkhouten over* 1885, van de makelaars OVERGAAUW en DE BLAAUW te Rotterdam, leest men

„Van *Djati-hout*, Java Teak, kwamen hier aan de markt, direct van Java, 3466 blokken, inhoudende circa 1000 M^3. De qualiteit dezer partij was zeer goed, doch liet wat de lengte en breedte aangaat, veel te wenschen over en dit was oorzaak, dat de verkoop minder grif plaats vond dan het geval zou geweest zijn bij grooter lengte en breedte. Alleen lang, breed en gezond hout is voor den scheepsbouw een eerste behoefte en daarvoor wil men wel hooge prijzen betalen, terwijl kort, smal of defect, zelfs tot veel lager prijzen moeilijk is te verkoopen”.

2) In Duitschland wordt bijv. ook veel hout van een andere ijpensoort, *Ulmus montana L.*, verwerkt.

dat gemeenlijk in Holland gewaterd wordt, wordt als werkhout ten hoogste geschat [1]).

De ijp is een kern-rijphoutboom [2]). Het splint, gewoonlijk niet zeer breed (gemidd. 8 jaarringen volgens Nördlinger) heeft een witte, geelachtige kleur; het rijphout is licht vleeschkleurig, het kernhout eindelijk meer of minder bruin. Vooral het hout van oude, dikke stammen vertoont bruinachtige vlammen en na gladde bewerking een fraai gewaterd uiterlijk.

De jaarringen zijn duidelijk zichtbaar; evenals bij het eikenhout is ook hier een ring van groote vaten in 't voorjaarshout aanwezig. Op een gladde dwarsche doorsnede bemerkt men geen vaten in het overige deel der jaarringen, doch slechts lichtbruine, fijngegolfde strepen, die op eenigen afstand van elkaar en in tangentiale richting het meer donkerbruin gekleurde houtweefsel doorsnijden.

Op een radiale doorsnede zijn de groote vaten duidelijk zichtbaar; zij vormen daar in de draadrichting als 't ware bijna onafgebroken banden.

Ook zijn met 't bloote oog, in alle doorsneden, de talrijke, fijne mergstralen te bespeuren; op radiale doorsnede is het hout door de kleine mergstralen eigenaardig gestippeld en zeer glanzig.

De mergkoker heeft een afgerond, veelhoekige doorsnede van 1 à 2 mM.

Bij het onderzoek met *de loupe* komen op een dwarsche doorsnede ook talrijke kleine vaten te voorschijn in het overige gedeelte der jaarringen en het blijkt nu, dat de lichtbruin gekleurde strepen, waarvan wij zooeven melding maakten, hoofdzakelijk door deze kleine vaten gevormd worden. Evenals de groote vaten in een enkelen breeden ring in 't voorjaarshout voorkomen, doorsnijden de kleine in verschillende parallèlle ringen het herfsthout.

---

1) Het ijpenhout, dat men als „*inlandsch*" qualificeert, en in andere provinciën gegroeid is, is naar sommigen willen veelal rot op 't hart.

2) Zie blz. 60.

Microscopisch onderzocht, blijkt het hout uit libriform, hout-parenchym (gedeeld en ongedeeld) en tracheïden te bestaan. Het libriform vormt de grondmassa van het hout; het is het meer donkerbruin gekleurde gedeelte van het houtweefsel. In dit libriform bevinden zich geen vaten. De libriformvezels hebben gemiddeld een doorsnede van 0.014 mM.; de holte, die door de wanden wordt ingesloten, heeft slechts een diameter van 0.0072 mM., waaruit volgt, dat deze vezels zeer verdikte wanden bezitten en de grondmassa van het ijpenhout dus uit zeer vaste en sterke elementen bestaat.

Kleine groepen van houtparenchymcellen, meestal rondom de vaten, komen met een gering aantal tracheïden tusschen de grondmassa voor.

De vaten zijn, zooals wij trouwens reeds opmerkten, tweeërlei; groot in 't voorjaarshout met een doorsnede van 0.158 mM. (dus kleiner dan die in 't eikenhout) en kleine vaten met een doorsnede van 0.036 mM. en minder in het overige deel der jaarringen. Beide vatsoorten bezitten gestippelde wanden; die der kleine vaten zijn gemeenlijk ook nog van een spiraalvormige verdikking voorzien.

De mergstralen bestaan volgens de breedte uit 1 tot 6 celrijen; daar elke cel gemiddeld slechts 0.011 mM. breed is, is de breedte der mergstralen dus ook zeer gering en veel geringer dan de hoogte, die door het veel grooter aantal celrijen in die richting, afwisselend tusschen 6 en 50, ruim ½ mM. bedragen kan. De wanden der mergstraalcellen zijn zeer dun. De cellen zelf bevatten zetmeel; ook bruine harskorrels worden er in aangetroffen.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.56—0.82 (N.), gem. 0.69 (N.), groen = 0.73—1.18 (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 1—1.16 % (N.), 0.3 % (F.) en 0.1 % (F.).

B) Dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 1—4 % (N.), 3.4 % (F.) en 5.9 % (F.).

b) in die der jaarringen = 4—8 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.124 % (L.) [1]).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 2.94 % (L.).

b) in die der jaarringen = 6.22 % (L.).

De vermeerdering in volume = 9.7 % (W.).

„ „ „ gewicht = 102 % (W.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.47 (M.), 1.842 (Ch. en W.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1325 (M.), 1087.7 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 4.5 (M.), 6.99 (Ch. en W.).

B). Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 122.6 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.345 (Ch. en W.).

b) in die der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 63.4 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.366 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.55 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1034.1 (M.), 1242.9 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 2.37 (M.), 3.99—5.37 (N.).

3. *Buigende krachten.*

Elasticiteits-grens = 1.56 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 647 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 4.37 (M.), 9.9—11.73 (46-jarigen boom van kleigrond, volgens N.).

---

1) De getallen van LAVES hebben betrekking op „*Ulmenholz*"; naar alle waarschijnlijkheid hout van *U. campestris L.*

4. *Afschuivende krachten.* A.) In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 0.61 (M.).
B) Dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 2.71 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.29 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 581.7 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.79 (M.).

V. *Kloofbaarheid.* Het ijpenhout behoort tot de zeer moeilijk kloofbare houtsoorten (klasse II van NÖRDLINGER).

Luchtdroge stukken kernhout splijten:
in radiale richting bij een belasting van 33—50 Kg.
in tangentiale „ „ „ „ „ 48 Kg.
Het kloofvlak is overigens tamelijk glad, maar gebogen, schelpachtig.

Oud en uitgedroogd ijpenhout is aan splijten onderhevig.

VI. *Duurzaamheid en gebruik.* Het ijpenhout, dat tamelijk hard, langdradig, taai en, zooals uit de voorgaande tabel blijkt, zeer vast en elastisch is, kan ook zeer duurzaam worden genoemd. Namelijk voor zoover zulks het rijphout en het kernhout betreft, daar het splint zeer spoedig door den worm wordt aangetast.

Het kernhout weerstaat tamelijk goed de afwisseling van vochtigheid en droogte; het werkt weinig en doet onder water en in den grond voor eikenhout niet onder.

IJpenhout laat zich zeer goed snijden en beter spijkeren dan eikenhout, doch heeft met dit hout gemeen, dat het ook op harde gedeelten scheurt. Vooral het Zeeuwsche ijpenhout laat zich fraai bewerken.

Door zijn groote veerkracht is het uitstekend geschikt voor alle constructies, die veel aan schokken en stooten zijn blootgesteld. Het is daarom voor den wagen- en rijtuigmaker een der belangrijkste houtsoorten. Naven en vellingen van wielen, assen en kromme dissels van boerenwagens, het geraamte van rijtuigbakken, die geolied worden, enz., enz., zij worden alle in den regel

van ijpenhout vervaardigd. Voor mangelrollen, hakblokken, houten hamers en in den laatsten tijd ook voor parketvloeren ziet men ijpenhout gebruiken Ook voor de fabricage van stoelen heeft het groote waarde.

Als bouwhout wordt het zelden gebezigd; in Engeland bij uitzondering in den scheepsbouw. Wortelhout wordt door draaiers gezocht.

Natuurlijk moet het ijpenhout, zal het als werkhout uitstekend dienst kunnen doen, gezond en volmaakt droog, niet warrig en niet geelachtig gekleurd zijn, hetgeen òf een bewijs van te jong hout, òf van een begin van ontleding is. Men gebruikt het zelden ongewaterd, daar het in dat geval zeer sterk aan rotting onderhevig is.

95. Esschenhout. Dit uitstekend werkhout wordt ons geleverd door den **gemeenen esch (Fraxinus excelsior L.)**, die in ons land algemeen langs wegen en in bosschen voorkomt en veel wordt aangekweekt. De esch treft men door geheel Europa aan; in Duitschland is hij algemeen verspreid. Noordelijk (in Noorwegen) komt hij zelfs tot 66⁰ NB. voor; Oostwaarts tot aan de Kaspische Zee, Zuidelijk tot Opper-Italië en in Zuid-westelijke richting tot in het Noorden van Spanje en Portugal.

De esch groeit in alle, niet te schrale gronden, zoowel op de vlakte als in 't gebergte; maar in een vruchtbaren, diepen en eenigszins vochtigen bodem in het laagland worden de stammen het zwaarst. Deze stammen zijn om hun hout ook het meest gewild. In verschillende provinciën van ons land, in Z.-Holland, Zeeland, Overijsel, Friesland, enz., leent de bodem zich uitstekend tot de teelt van esschenhout.

In zijn jeugd groeit de esch snel en weelderig. Hij kan een hoogen ouderdom, 150—200 jaren, bereiken. Door ziekten wordt de boom weinig of niet aangetast; de stammen zijn dan ook zelden kernrot.

In een tijdsverloop van 80 jaren ongeveer bereikt de esch

een hoogte van 25 à 35 M.; de middellijn van den stam bedraagt dan ongeveer 0.6 M.

Niet alle exemplaren dezer boomsoort zijn vruchtdragend; op sommige boomen komen n l. in den bloeitijd slechts mannelijke bloemen voor, op andere alleen vrouwelijke en op een derde categorie zoowel mannelijke als vrouwelijke [1]). De plantenkundigen onderscheiden daarom „geen vruchtdragende" (mannelijke) en „vruchtdragende" esschen (vrouwelijke en tweeslachtige); en ook in de nijverheid geeft men acht op het geslacht, daar, volgens deskundigen, het „*mannetjes-esschenhout*" en het „*vrouwtjes-esschenhout*" (zooals men in de practijk zegt) zeer in hoedanigheid verschillen. Wij komen op dat verschil nog met een enkel woord terug.

De esch is een kern-rijphoutboom. Het splint, dat gemeenlijk zeer breed is, heeft op een dwarsche doorsnede van den stam een nagenoeg witte, op een doorsnede volgens den draad meer een stroogele kleur; het kernhout is lichtgeel en wordt in de richting van het splint naar den circa 5 mM. breeden mergkoker bruinachtig. Best esschenhout moet zoo blank mogelijk van kleur zijn.

De jaarringen zijn duidelijk waar te nemen, omdat ook in esschenhout een ring van groote vaten in het voorjaarshout optreedt. In het overige gedeelte der jaarringen bemerkt men met het bloote oog geen vaten (tenzij men een fijne dwarsche doorsnede tegen het licht beziet) maar wel kan men op een gladde dwarsche doorsnede allerwegen kleine puntjes of in tangentiale richting loopende streepjes waarnemen, die veel lichter zijn gekleurd dan het hen omringend houtweefsel.

Mergstralen vindt men met het bloote oog op een dwarsch snijvlak niet; evenmin zijn ze op de andere doorsneden te ontdekken.

Met *de loupe* komen de talrijke fijne mergstralen door hun witte kleur duidelijk te voorschijn. Terwijl zij in 't overige

---

1) De esch bloeit in April. De mannelijke bloemen bestaan uit twee meeldraden, de vrouwelijke slechts uit een stamper.

gedeelte der jaarringen het houtweefsel tamelijk recht doorsnijden, maken zij in het voorjaarshout, waar zij voor de groote vaten uitwijken, tal van kronkelingen.

Nu blijkt ook, dat de witte puntjes en streepjes in de jaarringen kleine vaten zijn, die, in groepjes van twee of drie, door een weefsel zijn omgeven, dat lichter van kleur is dan het omliggende.

Het *microscopisch* onderzoek leert, dat de hoofdmassa van het esschenhout uit libriform-vezels bestaat, en nevens groote en kleine vaten, ook houtparenchymcellen, zoowel gedeelde als ongedeelde, worden aangetroffen. Tracheïde-vezels ontbreken.

De libriform-vezels zijn in het voorjaarshout wijder (0.028 mM. diameter) dan in het herfsthout en bezitten minder verdikte wanden (vezelholte 0.02 mM. diameter). Daar is de wandverdikking dezer vezels zeer groot, de circa 0.012 mM. wijde vezels vertoonen er slechts een holte van 0.004 mM. diameter. De vezelwanden zijn van zeer kleine stippels voorzien.

Het houtparenchym, dat in het esschenhout niet zoo verbreid is als in dat van den eik of den ijp, komt het meest voor in de nabijheid der vaten en vormt ook de buitenste grens van het herfsthout; daar het houtparenchym lichter van kleur is dan het libriform, worden ook daardoor de jaarringen tevens duidelijk en scherp waargenomen. De wanden der houtparenchymcellen zijn eveneens van kleine stippels voorzien en sterk verdikt.

De groote vaten in het voorjaarshout bezitten gemiddeld een diameter van 0.15 mM. De holten dezer vaten zijn dikwijls met thyllen aangevuld. Hun wanden zijn sterk verdikt en vertoonen dwarsche groefjes, doordat de spleten van stippels, die dicht bijeen zijn geplaatst, in elkaar vloeien.

De breedte der mergstralen is meestal zeer gering, met betrekking tot de hoogte; op een tangentiale snede blijken de mergstralen 1—4 cellen (1—2 volgens CORDES) breed en 2—40 cellen hoog te zijn (hun lengte is gemiddeld 0.068 mM., hun breedte 0.014 en hun hoogte 0.016 mM. De wanden dezer cellen zijn sterk verdikt en daar, waar zij aan vaten grenzen, van talrijke stippels voorzien.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.57—0.94 (gemidd. 0.755) (N.), groen 0.70—1.14 (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad 0.29 % (N.), 0.0 % (F.).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 3.4 % (N.), 4.3 % en 8.6 % (F.).

b) in die der jaarringen = 3—11 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.187 % (L.) [1]) en 0.821 % (jong hout, L.).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 3.84 % (oud hout, L.) en 4.05 % (jong hout, L.).

b) in tangentiale richting = 7.02 % (oud hout, L.) en 6.56 % (jong hout, L.).

Volgens WEISSBACH bedraagt, bij volkomen verzadiging met water:

de vermeerdering in volume = 7.5 %,
„ „ „ gewicht = 70 %.

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 2.029 (Ch. en W.), 1.726 (groen hout, Ch. en W.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1121.4 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 6.78 (Ch. en W.).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 111.3 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.218 (Ch. en W.).

b) in de richting der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 102.0 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.408 (Ch. en W.).

---

1) Het esschenhout, dat LAVES voor deze proeven gebruikte, was gedeeltelijk zeer oud, n.l. „300 *Jahre* in einem Dachwerk befindlich gewesen".

2. *Buigende krachten.*

Elasticiteits-coëfficiënt = 993.8 (Ch. en W.), 762—1294 (N.).

Vastheids-coëfficiënt = 8.548 (Barlow), 8.033 (hout van gemidd. qualiteit, Ebbels en Tredgold).

V. *Kloofbaarheid.* Esschenhout is moeilijk kloofbaar.

Het kloofvlak van esschenhout, uit de centrale deelen en uit den voet van den stam afkomstig, is minder glad en effen en meer schelpachtig en onregelmatig dan dat van hout uit de andere stamdeelen.

Luchtdroge stukken, op de bekende wijze gevormd, scheurden:

in de spiegelrichting, bij een belasting van 51.84—70.09 Kg. (N.);

in de richting der jaarringen door een gewicht van 69.62—77.05 Kg. (N.).

VI. *Hardheid.* Het esschenhout behoort tot de tamelijk harde houtsoorten.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Het zijachtig-glanzende en witte esschenhout, dat, wat taaiheid en elasticiteit [1]) betreft, boven de meeste houtsoorten, zelfs boven ijpen- en eikenhout uitmunt, dat bovendien niet werkt en niet aan scheuren onderhevig is, is van zeer middelmatigen duur, wanneer het aan den invloed van wind en weer wordt blootgesteld. Het kan wel tegen een weinig vochtigheid, maar altijd onder water of in den grond is de duurzaamheid zeer gering. In de droogte wordt het, naar men wil, al vaster en vaster. Het rot ook niet, maar, indien het van jonge stammen afkomstig is, wordt het door den worm aangetast. Onder een ijzeren beslag „verstikt" het.

Hierboven spraken wij van mannetjes- en vrouwtjes-esschenhout. Het eerstgenoemde is vaster en taaier, maar minder rechtdradig dan het vrouwtjes-esschen. Ook

1) Tegen den regel in is het grofdradige esschenhout, het beste, vastste en taaiste.

beweert men, dat de kleur van 't hout verschilt; het mannetjes-esschen zou blanker zijn en de kleur van het vrouwtjes-esschen naar 't gele of rosa hellen. De invloed van den grond en de standplaats is evenwel o. i. te groot dan dat de kleur van 't hout het geslacht van den boom zou bepalen. Beter onderscheidt men een mannetjes- en vrouwtjes-esschenboom en dus ook het hout aan de schors, daar die bij de mannelijke exemplaren gladder en meer donker van kleur is.

Over 't algemeen laat esschenhout zich gemakkelijk en glad bewerken. Het spijkert moeilijk.

Uitgebreid is het gebruik, dat men van dit hout maakt. Jong hout (slieten) dient ter vervaardiging van schippershaken, polsstokken, wandelstokken, hoepels, enz. Van hooge waarde is het stamhout voor den wagenmaker. De vellingen van rijtuigwielen zijn in den regel van esschenhout, eveneens het lemoen, de lange boom, de spoorstokken of trekhouten, enz. Ook de wanden van spoorweg-waggons worden dikwijls uit esschenhout samengesteld. Vervolgens is het zeer gezocht voor de fabricage van allerlei houten toestellen, die bij de gymnastiek worden gebruikt (rekstok, brug, enz.). Verder dient het voor allerlei tuin- en landbouwgereedschap en landbouwwerktuigen; men maakt er gewoonlijk ladders of laddersporten, zweepstokken, stelen van hamers en bijlen en van andere werktuigen van. Ook draaiers maken er een ruim gebruik van; daar het hout dikwijls fraai gevlamd is en ook gepolitoerd kan worden, wordt het ook voor meubels, houtwerk van stoelen, voor muziekinstrumenten, enz. niet versmaad.

In den laatsten tijd wordt in ons land ook esschenhout uit Slavonië ingevoerd. Hieromtrent werd ons het volgende medegedeeld [1]):

---

1) Door den Heer R. WITTE, Ingenieur van 's Rijks Artillerie Stapel- en Constructie-Magazijnen te Delft.

Deze soort is in het algemeen minder blank maar rosachtig van kleur en daarbij veel losser voor den kop en brosser dan ons gewone esschenhout, hetgeen duidelijk blijkt, als men er met een rits een krul aftrekt. Doch al is het ook blank en in verschen toestand vrij taai, zoo is het toch minder bruikbaar voor de vervaardiging van disselboomen, trekknuppels, enz., omdat het op den duur bros wordt. Voor kleine houten voorwerpen is het echter te gebruiken. Het Slavonisch esschenhout is gemakkelijk kenbaar aan de losse en (soms 2 centimeters) dikke schors.

Meer aanbeveling verdient het hout van den Americaanschen esch (Fraxinus americana Willd.), dat in circa 5 meter lange stammen hier te lande wordt aangevoerd. Dit hout is niet zoo blank als het inlandsch, iets grauwer en daarom misschien minder gewild. Het is evenwel zeer taai en behoeft zeker in deugdzaamheid niet voor het gewone esschenhout onder te doen. Dit esschenhout is tamelijk zacht. Mocht men gebrek krijgen aan inlandsch, dan zou deze soort het onze wellicht zeer goed kunnen vervangen.

96. Acaciahout. Het hout, dat men in onze industrie als **acaciahout** kent, is geenszins afkomstig van een boom, die tot het geslacht Acacia [1]) behoort. Wij hebben hier namelijk weer te doen met een houtsoort, die, evenals wij dit voor het cederhout uit den handel opmerkten, ten onrechte haar naam draagt. Dit hout wordt n.l. niet geleverd door plantensoorten uit het groote geslacht Acacia, maar door die uit het geslacht Robinia.

Robinia Pseudacacia [2]), is de soortnaam van den boom,

---

1) De echte acacia's komen in de tropen voor. Verschillende soorten leveren hout aan de industrie; de eigenschappen van deze houtsoorten loopen zeer uiteen.

2) Sommige schrijvers vermelden, dat JEAN ROBIN den boom in 't begin der XVIIe eeuw uit Canada naar zijn vaderland bracht en aan het geslacht zijn naam gaf. Anderen beweren, dat zekere CORRUTUS, Directeur van den Jardin des Plantes te Parijs, in 1626 onder ROBIN op bevel van LOUIS XIII aangelegd, in 1635 een uitvoerige beschrijving van dien tuin gaf, en onder de Canadasche planten ook Robinia Pseudacacia beschreef. CORRUTUS zou dus dien naam ingevoerd hebben ter gedachtenis aan en vereering van ROBIN.

die ons voornamelijk [1]) het acaciahout verschaft; eerst in het midden der XVII^{de} eeuw uit Canada naar Frankrijk overgebracht, wordt hij toch heden ten dage allerwegen in Europa aangetroffen. De Robinia of **onechte acacia** komt vooral goed voort in hoogen en lichten, maar niet te vruchtbaren zandgrond; in Nederland treft men hem in de bosschen en langs wandelwegen aan, soms zelfs langs straatwegen, bijv. tusschen 's Graveland en Hilversum, enz. Hij groeit zeer snel, zoodat een 25 tot 30-jarige stam reeds tamelijk zwaar is en een hoogte van 15 tot 20 M. bereikt. De standplaats van den boom moet zoodanig zijn, dat hij tegen hevige winden beschut is; het takhout is n.l. zeer bros, zoodat het niet zeer hard behoeft te waaien, om deze boomen hun groote takken, en zelfs hun kronen te doen verliezen. Sommige schrijvers hebben hierin aanleiding gevonden om al het hout van den Robinia als bros te qualificeeren. Doch zeer ten onrechte, zooals uit 't vervolg dezer beschrijving blijken zal.

De Robinia is een kernhoutboom. Het splint is zeer smal, en heeft een groenachtig gele kleur; het kernhout is geelachtig bruin en dikwijls ook groenachtig. Op een radiale lengtesnede vertoont het vooral een zijdeachtigen glans; tevens neemt men in het groengele weefsel donker gekleurde evenwijdige strepen waar, die bij nauwkeurig onderzoek een tal van wijde vaten bevatten. Op dwarsche doorsnede komen die vaten duidelijk voor den dag; zij zijn ringsgewijze in het voorjaarshout der jaarringen verspreid.

Met het bloote oog ziet men duidelijk, dat deze vaten met een gele stof zijn gevuld. Door dezen breeden geelachtigen band van vaten in het voorjaarshout en de meer donkerbruin gekleurde herfsthoutlagen komen ook de jaarringen duidelijk te voorschijn. Zelfs op een zeer gladde dwarsche doorsnede zijn geen mergstralen te bespeuren.

In het herfsthout der jaarringen neemt men op een dwarsche

1) Men kweekt ook variéteiten van dezen boom.

snede een groote hoeveelheid geelachtig witte streepjes en stipjes waar.

Met behulp van *de loupe* blijkt, dat in 't centrum van deze zeer onregelmatig geplaatste stipjes en streepjes, 2 en meer vaten aanwezig zijn, wier holten, evenals die der groote vaten, met een gele stof zijn gevuld. Nu komen ook de fijne mergstralen te voorschijn; in 't voorjaarshout, waar zij voor de groote vaten uitwijken, zijn zij zeer gekronkeld, maar in het overige deel der jaarringen recht.

Het *microscopisch* onderzoek leert, dat het hout uit libriform, uit gedeeld en ongedeeld houtparenchym, uit tracheïden en, zooals wij reeds zagen, uit vaten bestaat.

Het libriform komt in 't middengedeelte der jaarringen voor. Deze vezels zijn zeer verdikt. Het houtparenchym treedt in 't voorjaars- maar vooral in het herfsthout op; het omgeeft de vaten en vormt met hen de geelachtig witte stipjes en streepjes, die men met 't bloote oog bij dit hout waarneemt. Ook de grens van het herfsthout bestaat uit dit weefsel; zijn cellen zijn evenwel zeer dunwandig. De tracheïden worden in de nabijheid der kleine vaten waargenomen, dus alleen in het buitenste deel der jaarringen.

De wanden der groote en kleine vaten zijn gestippeld; die der kleine vaten bovendien nog van een spiraalvormige verdikking voorzien. Bij het microscopisch onderzoek blijkt tevens, dat de gele stof, waarmede de vatholten zijn gevuld uit thyllen bestaat.

De mergstralen zijn niet zeer hoog, circa 1 mM., maar talrijk; volgens de breedte bestaan zij uit 1 à 4 celrijen.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.58—0.85 (gem. 0.715) (N.), 0.717 (Ch. en W.); groen = 0.75—1.00 (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.018 (N. half kernhout, half splint).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 3—5 % (N.).

b) in die der jaarringen = 3—9 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.035 % (L.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 3.84 % (L.).
b) in die der jaarringen = 8.52 % (L.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 3.188 (Ch. en W.)
Elasticiteits-coëfficiënt = 1261.9 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 7.927 (Ch. en W.), 2.47—10.30 (N.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting,
Elasticiteits-coëfficiënt = 170.3 (Ch. en W.).
b) in de richting der jaarringen.
Elasticiteits-coëfficiënt = 152.2 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 1.231 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 5.98 (N.).

3. *Buigende krachten.*
Elasticiteits-coëfficiënt = 1010.7—1141.4 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 10.21—13.15 (N.).

V. *Kloofbaarheid.* Het hout is zeer moeilijk kloofbaar; de kloofvlakken zijn zeer glad en glanzig (zoowel radiaal als tangentiaal). Luchtdroge stukken, op de bekende wijze gevormd, scheurden in de spiegelrichting bij een belasting van 55.32—56.60 Kg. (N.); het hout voor deze proef was ongeveer twee jaar in de schors in een dompige ruimte bewaard.

VI. *Hardheid.* Het hout is tamelijk hard.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Het acaciahout is onder alle omstandigheden zeer duurzaam. Palen van dit hout (20—30 jarig) waren in den grond na tien jaren nog geheel onveranderd; zelfs het splint was niet door rotting aangetast. Bij gebruik van het hout in de vrije lucht, zonder dat men het met een verflaag bedekt, is

het wenschelijk, dat het splint vooraf verwijderd wordt. Het stamhout is somwijlen rot op 't hart.

Het hout is tamelijk vrij van den worm.

Het takhout is, zooals wij opmerkten zeer bros. Het fijne, tamelijk harde stamhout evenwel is zeer vast en taai. De nauwkeurige onderzoekingen omtrent de eigenschappen van dit hout, door CHEVANDIER en WERTHEIM, brengen duidelijk aan 't licht, dat het volwassen acaciastamhout in elk opzicht de voortreffelijkste eigenschappen bezit. Van alle, door hen onderzochte houtsoorten, waaronder eiken-, beuken-, ijpen- en esschenhout, enz. verkrijgt het acaciahout de hoogste waarden voor elasticiteits-coëfficiënt, elasticiteits-grens, absolute vastheid, enz.

Het hout kan glad bewerkt en fraai gepolitoerd worden, men vervaardigt er tafels en stoelen van, lessenaars, enz.; daar het bovendien rood- of bruinachtig gevlamd voorkomt, is het dikwijls een uitstekend materiaal voor den schrijnwerker. Ook door draaiers wordt het gezocht [1]), en door wagenmakers om er spaken van te vervaardigen. Voor bijl- en hamerstelen, voor duigen, voor spoorwegliggers, vervolgens voor palen, is het zeer aan te bevelen.

97. Beukenhout. In Nederland verstaat men onder **beukenhout** slechts het hout van den **gemeenen beuk (Fagus sylvatica L.)** In 't buitenland daarentegen, bijv. in Duitschland, verwerkt men als beukenhout niet alleen het bovengenoemde hout, maar ook in geen geringe hoeveelheden, dat van den **haagbeuk** [2]) **(Carpinus Betulus L.)**, die ook **juk- of wielboom** genoemd wordt; een boom, die dus niet tot het-

---

1) Het inademen van het fijne stof van dit hout, oefent op sommige werklieden een zeer nadeeligen invloed uit.

2) Men late zich niet door den naam *haagbeuk* misleiden en meene, dat alle beuken-*heggen* in tuinen, enz., speciaal uit deze haagbeuken (Carp. Bet.) zijn gevormd. Wel leenen jonge haagbeuken zich daartoe, maar jonge exemplaren van den gewonen beuk (Fagus sylv.) niet minder, zoodat deze in veel grooter getale daartoe worden gebruikt.

zelfde geslacht als de gemeene beuk, maar alleen tot dezelfde familie (die der napjesdragende gewassen) behoort. Naar de kleur van het hout maakt men in Duitschland onderscheid tusschen het gewone beukenhout en dat van den haagbeuk, en qualificeert het eerste als *rood*, het laatste als *wit* beukenhout.

Hier te lande is van een dergelijk onderscheid geen sprake. Toch komt de haagbeuk in ons vaderland voor; maar, naar 't schijnt, niet zoo algemeen, dat zijn hout in onze industrie van groote bekendheid is. Wij meenen evenwel, dat het hout om zijn eigenschappen belangrijk genoeg is om er hier eenige bladzijden aan te wijden, en zullen dus een beschrijving daarvan op die van het gewone beukenhout doen volgen.

1°. **Hout van den gemeenen beuk.** De **gemeene beuk** of **boek** (**Fagus sylvatica L.**) komt allerwegen in Europa voor en verdraagt uiterlijk een gemiddelde jaarlijksche temperatuur van $5\frac{1}{2}$° C., zoodat men hem Noordelijk niet boven 61° (in Noorwegen) en 57° N.B. (in Rusland) aantreft. In 't Zuiden van Europa groeit de beuk hoofdzakelijk in 't gebergte, bijv. in Spanje tusschen 650 en 1300 M., op Sicilië tusschen 1300 en 1950 M. boven 't zeeoppervlak. Van het Oosten naar het Westen, van den Kaukasus tot aan de Noordzee en den Atlantischen Oceaan treft men, zoowel in de bergen als op de hoog- en in de laagvlakten, meer en minder groote beukenbosschen aan. In ons land ontmoet men den beuk in het wild in de bosschen (Haarlemmerhout, Haagsche bosch) en aangekweekt langs wegen, op buitenplaatsen [1]), enz. Hij groeit het liefst op een rotsachtigen, met zand en leem gemengden grond en op niet te zonnige kalkgronden van voorgebergten; in Nederland inzonderheid op een leemachtigen zandgrond, die dus niet te droog en nog tamelijk vruchtbaar is, en in sommige

---

1) Dáár komen ook variëteiten van den gemeenen beuk voor. Zoo bijv. de *zwarte* of *bruine beuk* (*Fagus sylv. var. sanguinea*) zoo genoemd naar de bruine bladeren, de *treurbeuk* (*Fag. sylv. var. pendula*) met takken als die van een treurwilg, de *beuk met varenblad* (*Fag. sylv. var. asplenifolia*). Het hout van den bruinen beuk is donkerder van kleur en losser dan dat van den gemeenen beuk; men beweert, dat het ook meer aan scheuren onderhevig is, naar urine riekt, enz., enz.

streken, bijv. de omstreken van Arnhem bepaaldelijk *boekengrond* wordt genoemd. Op goede, voor N.O. stormen beschermde gronden in het gebergte, bereikt de beuk in een droge omgeving en in een gesloten stand, in 100 tot 200 jaren, een aanzienlijke hoogte (soms 25—30 M.) en dikte (tot 0,9 M.). In de zandgronden in de nabijheid der zeekusten groeit de beuk zelfs in gesloten stand minder slank; de stam wordt wel dik, maar bereikt in den regel de hoogte der bergbeuken niet. In vrijen stand worden beuken zelden hooger dan 16—20 M. Men zegt, dat deze boomen wel 300 jaren oud kunnen worden; ouder dan 150 jaren zijn de stammen evenwel dikwijls kernrot.

Gewoonlijk rangschikt men den beuk onder de rijphoutboomen. Jong hout bezit geen kernhout, alleen bij 't hout van oude stammen is dit waar te nemen. Het zeer breede splint heeft een roodachtig witte, het rijphout een meer roodachtig bruine kleur; men merke evenwel op, dat het hout van jonge beuken [1]), die tijdens den groei een vrije standplaats hadden, lichter van kleur is dan dat van in gesloten stand gegroeide of van oudere boomen.

Met het bloote oog zijn de grenzen der smalle jaarringen tamelijk duidelijk waar te nemen, doordat het herfsthout donkerder van kleur en vooral in de buitenste deelen veel minder vaatrijk is dan het voorjaarshout; van den eenen grooten mergstraal naar een volgenden beschrijven de buitenste jaarringen een kleine boog. Op dwarsche doorsneden bespeurt men geen vaten; op gladde lengtesneden is slechts even zichtbaar, dat vaten, door den ganschen jaarring verspreid, voorkomen.

De mergstralen zijn zeer talrijk in het beukenhout. Op dwarsche sneden doen ze zich als breede, glanzige banden en lijnen voor, wier kleur lichter is dan die van het omgevend weefsel. Op de lengtesneden is hun kleur donker bruin, waardoor ze

---

1) Het hout van jonge takken is, zoolang zij geen 3 centim. doorsnede bezitten, groenachtig wit.

bijv. op radiale snede als kortere en langere, glanzige, rechthoekige vlekjes, zeer duidelijk te midden van 't houtweefsel uitkomen en het hout een eigenaardig uiterlijk geven; ook op een tangentiale snede komen zij als vertikale streepjes, die in 't midden dikker zijn dan aan de uiteinden, duidelijk voor den dag. De lengte dezer streepjes, m. a. w. de hoogte der mergstralen, bedraagt soms 4 à 5 m.M.

Met *de loupe* zijn de jaarringen scherp waar te nemen; beziet men een dun, dwars afgesneden houtschijfje met een goede loupe tegen het licht, dan komen ook de vaten duidelijk te voorschijn. Tusschen de mergstralen, die met 't bloote oog zichtbaar waren, treden nu nog een aantal fijnere op; daar, waar de mergstralen op dwarsche doorsnede uit een jaarring in den volgenden overgaan, zijn zij altijd zwaluwstaartvormig verdikt.

Volgens het *microscopisch* onderzoek bestaat het beukenhout uit tracheïden, houtparenchym en vaten.

De tracheïden, die de grondmassa van het weefsel vormen, zijn op dwarsche doorsnede in het voorjaarshout zeshoekig en in het herfsthout meer plat door de samendrukking. Hun wanden zijn, behalve in de nabijheid der vaten, sterk verdikt (gem. diam. = 0.015 m.M., vezelholte = 0.007 m.M.). De lengte is zeer gering, circa 0.75 m.M., en vooral is dit het geval, indien zij dicht bij vaten zijn geplaatst, daar dan de lengte tot op de helft ongeveer (0.39 m.M.) wordt gereduceerd. In het laatste geval zijn de uiteinden der tracheïden ook minder scherp gespitst. Volgens Sanio komen op de wanden dezer tracheïden soms links gedraaide spiraalvormige spleten (evenals bij het libriform) voor; overigens zijn zij gehofstippeld. Menigmaal hebben de tracheïden een geslingerden loop, doordat zij door de groote mergstralen op zij worden gedrongen. Hout, waarin veel van deze vezels voorkomen, wordt veel moeilijker gekloofd dan dat met recht gestrekte vezels.

De vaten, die in alle lagen der jaarringen vrij talrijk voorkomen, hebben een zeer geringen diameter, nagenoeg 0.06 m.M. Naar den buitenomtrek van den jaarring nemen ze eenigszins in aantal en grootte af.

Hun dwarsche wanden zijn laddervormig doorboord of geheel verdwenen (ronde openingen), hun zijwanden zijn gehofstippeld. Evenals de vezels nemen ook de vaten dikwijls een gekronkelden loop aan, ter plaatse, waar zij voor de dikke mergstralen uitwijken.

Het houtparenchym komt zoowel in de nabijheid der vaten voor, en omgeeft deze geheel of gedeeltelijk, als te midden der tracheïden, in korte banden, die in tangentiale richting het houtweefsel doorsnijden. Hun cellen komen nagenoeg, wat vorm en inhoud betreft, met die der mergstralen overeen.

In het beukenhout komen zoowel bandvormige als lijnvormige en met het bloote oog onzichtbare mergstralen voor. De eerstgenoemde bestaan volgens de breedte uit 10 à 15 rijen cellen, zoodat deze mergstralen, daar elke cel ongeveer 0.014 m.M. breed is, 0.1—0.2 m.M breed zijn. De lijnvormige mergstralen zijn uit 3--6 rijen en die, welke eerst bij het onderzoek met de loupe te voorschijn komen, uit 1—2 celrijen samengesteld. De wanden dezer cellen zijn sterk verdikt; waar de mergstralen vaten begrenzen zijn de wanden der bovenste en onderste rijen cellen meestal van stippels voorzien. De mergstraalcellen bevatten zetmeel en harskorrels.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.66—0.83 (gem. 0.74) (N.), 0.823 (Ch. en W.); groen = 0.90—1.12 (gem. 1.01) (N.).

Volgens Exner geldt voor het *groene* hout, afkomstig van beuken, die in gesloten stand zijn gegroeid, de regel, dat het spec. gew. te grooter is, naarmate het hout uit hoogere gedeelten van den stam afkomstig is; en voor *droog* beukenhout, dat het spec. gew. in den stam in de richting naar den top aanvankelijk geringer wordt, dat het ter hoogte van de bladkroon weer toeneemt en in den top een maximum bereikt.

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.0 % (F.), en ook bij verhitting tot 100° enz. = 0.0 % (F.).

B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 4.4—6 % (J. N.), 4.3 % (F.) en 7.5 % (F.).
b) in die der jaarringen = 6.6—10.7 % (J. N.).

Volgens EXNER krimpt beukenhout minder, naarmate het uit hoogere deelen van den boom afkomstig is.

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.2 % (L.).
B) dwarsdraads, a) in de spiegelrichting = 5.03 % (L.).
b) in die der jaarringen = 8.06 % (L.).

Bij volkomen verzadiging met water bedraagt:
de vermeerdering in volume = 9.5—11.8 % (W.).
" " " gewicht = 63—99 % (W.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 2.445 (M.), 2.371 (Ch. en W.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 1408.2 (M.), 980.4 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 3.64 (M.), 3.57 (Ch. en W.).
B). dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting.
Elasticiteits-coëfficiënt = 269.7 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.885 (Ch. en W.).
b) in die der jaarringen.
Elasticiteits-coëfficiënt = 159.3 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.752 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 2.49 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 1743 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 3.86 (M.), 4.72—7.07 (N.).

3. *Buigende krachten.*
Elasticiteits-grens = 1.98 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 976.5 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 7.09 (M.), 6.56—8.56 (N.).

4. *Afschuivende krachten.* A.) In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 0.812 (M.).
B) dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 3.91 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.402 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 821.5 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.918 (M.).

V. De *hardheid* van groen beukenhout is, volgens GAYER, slechts iets geringer dan die van eikenhout (verhouding = 1 : 1.03). NÖRDLINGER rangschikt dit hout onder de *weinig harde* soorten.

Beuken, die in vrijen stand zijn gegroeid, leveren harder hout dan die, welke een gesloten standplaats hadden. Ook oud beukenhout kan zeer hard zijn. Overigens laat het zich zelfs op een kopvlak gemakkelijk en glad bewerken.

VI. *Kloofbaarheid.* Het hout kan in den regel tamelijk gemakkelijk gekloofd worden. Wij verwijzen overigens naar hetgeen op blz. 334 omtrent deze eigenschap is gezegd.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Aan weer en wind blootgesteld, is beukenhout zeer weinig duurzaam. Voortdurend onder water wordt het evenwel als zeer duurzaam geroemd. Ook tegen de afwisseling van nat en droog is dit hout niet bestand. In de droogte wordt het spoediger dan andere houtsoorten door den worm aangetast en daarbij ook bros.

Het is vervolgens, zoowel in den groenen staat als droog verwerkt, sterk aan werken en scheuren onderhevig.

Als bouwhout wordt het, ten gevolge van de genoemde eigenschappen, dus zelden gebruikt. Geïmpregneerd (bijv. met kreosoot) dient het tot vervaardiging van dwarsliggers; de eigenschap om te scheuren en te werken gaat evenwel door impregnatie niet verloren. Ook voor

houten bestrating en voor dekplanken voor bruggen wordt het gebezigd, daar het minder vezelt en afschilfert dan eikenhout en naaldhout. Voor constructies, die veel weerstand zullen moeten bieden, en voor de vervaardiging van voorwerpen, die sterk aan slijting onderhevig zijn en waarbij minder op een fraai uiterlijk dan wel op vastheid en hardheid wordt gelet, wordt veelal beukenhout gebruikt; zooals door den machinebouwer als materiaal voor de pannen der ijzeren tappen van waterraderen, voor groote houten schroeven, voor stampers en stoottroggen in molens, voor zaagramen, enz.

Meubelmakers en schrijnwerkers gebruiken beukenhout als grondstof ter vervaardiging van eenvoudige meubels, die niet gepolitoerd behoeven te worden, als stoelen, tafels, ledikanten. Een groot gebruik van dit hout wordt in de schrijnwerkerij niet gemaakt, niet alleen, omdat de kleur niet bijzonder gewenscht is, maar ook, omdat het zoo sterk werkt [1]).

Na verschillende proeven is door Thonet het beukenhout het meest geschikt geacht ter fabricage van gebogen meubels, waarvoor dan nog slechts gave, kwastvrije en rechtdradige stukken van 1.5 – 3.5 M. lengte in aanmerking komen [2]). Ook de fabrikanten van rijtuigen en piano's verlangen beukenhout; de laatsten geven de voorkeur aan 7 c.M. dikke deelen van rechtdradig kernhout met glanzige spiegels, omdat dit, naar zij beweren, minder werkt.

Het hout wordt ook gebeten n.l. bruin voor sigarenkisten en zwart voor meubels.

---

1) Door uitloogen en uitstoomen onder een druk van 3 à $3\frac{1}{2}$ atmosfeer en daarna drogen aan de lucht, maakt men tegenwoordig beukenhout volkomen droog en bevrijdt het van de lastige eigenschap om te scheuren en te werken. Ook de kleur verandert door deze operatie en wordt donkerbruin.

2) Uitvoerig is deze fabricage beschreven in een werkje getiteld: *Das Biegen des Holzes, mit besonderer Rücksichtname auf die Thonet'sche Industrie* door Prof. W. F. Exner. Weimar, 1876. B. F. Voigt.

Veel beukenhout wordt gebruikt voor de vervaardiging van bodems van wikkelvormen voor sigaren (deksels van vurenhout), voor borstelhouten, mangelrollen, spinnewielen, zelfs voor een gering soort geweerladen, enz.

Voor olie- en petroleumvaten en, in N.-Duitschland en Oostenrijk, voor de vaten ter verzending van meel- en botersoorten, wordt beukenhout gebezigd; vervolgens voor allerlei artikelen, die van gesneden hout worden vervaardigd, bijv. schotels, borden, hak- en trancheerplanken, koren- en meelschoppen, pot- en eetlepels, enz.

Ook knoopen of houten inlegsels voor knoopen worden uit beukenhout gedraaid. Uit dunne beukenhouten plaatjes worden kistjes, doozen en zeefranden gemaakt; ook de boekbinder en étuiwerker gebruiken beukenhouten spanen.

Dikwijls ziet men ook de heften van gereedschappen van dit hout vervaardigd; deze toepassing is evenwel af te raden, omdat het beukenhout een brandend gevoel in de hand veroorzaakt.

2°. **Het hout van den haagbeuk**. De groeiplaats van den **haagbeuk** [1]) (**Carpinus Betulus L.**) wordt in 't Zuiden door Griekenland en Zuid-Italië, in 't Zuid-Westen door de Pyreneeën, in 't Noorden (in Zweden) door den 57sten graad noorderbreedte en in 't Oosten door Koerland en Zuid-Rusland begrensd. Hij komt het best voort in Midden-Europa en verkiest in het gebergte een standplaats op het Noorden en het Westen; overigens een bodem als die van den gemeenen beuk. In het voorgebergte komt de haagbeuk dan ook met den gemeenen beuk gemengd voor, in Duitschland niet hooger dan circa 650 M., in de Alpen zelfs tot 1150 M. boven het zeeoppervlak. In Nederland wordt de haagbeuk voornamelijk gekweekt voor heggen, doch ook in 't wild aangetroffen, bijv. in 't Haagsche bosch, aan den Oorsprong bij Oosterbeek,

---

1) De haagbeuk wordt ook *juk-* en *wielboom* genoemd. Deze namen herinneren aan het speciaal gebruik dat men, voorheen meer dan thans, hier te lande van zijn hout maakte.

bij Zeist, prachtige exemplaren op 't landgoed Oranje-Nassau-oord bij Renkum, behoorende aan Z. M. den Koning, enz.

De haagbeuk groeit zeer langzaam en bereikt in 120—150 jaren een hoogte van 9—12 ja, van 20—25 M. Op een gunstige standplaats, als boven aangegeven, kan de boom zelfs 300—400 jaren oud worden; op een droge en warme standplaats daarentegen sterft hij reeds tusschen het 80ste en 100ste levensjaar.

De stam doet weinig aan dien van een beuk denken; terwijl deze tot op aanzienlijke hoogte boven den grond eenzelfde nagenoeg cirkelvormige doorsnede vertoont, recht en onvertakt is, vertakt de haagbeuk reeds bij 2 en 3 M., hoogstens bij 7 M. boven den grond, is zijn dwarsche doorsnede zoo onregelmatig mogelijk, de stam dikwijls gebogen en neemt diens dikte zeer snel met de hoogte af.

De haagbeuk is een splintboom. De kleur van het hout, dat zeer fijn van draad en iets glanzig is, is op radiale en tangentiale sneden wit, op dwarsche doorsnede eenigszins geelachtig. Het hout, van vochtige gronden afkomstig, is witter en tevens meer rechtdradig, dan dat van droge gronden, maar ook minder vast en niet zoo duurzaam.

De bruine mergkoker is vijfhoekig en heeft circa $^3/_4$ m.M. doorsnede.

De smalle jaarringen komen duidelijk voor den dag, doordat het herfsthout eenigszins donkerder gekleurd dan het voorjaarshout en dichter is door minder rijkdom aan vaten; de loop der jaarringen is sterk golvend.

Slechts wanneer een dunne dwarsche doorsnede tegen het licht gehouden wordt, bemerkt men met het bloote oog een menigte vaten van zeer geringe doorsnede, die tamelijk gelijkmatig door de jaarringen verspreid zijn; van daar een groote gelijkmatigheid van het houtweefsel.

Ook het aantal mergstralen is niet gering; op dwarsche doorsnede zijn zij lichter gekleurd dan het omgevend weefsel. Behalve breede, bandvormige mergstralen treft men ook lijnvormige aan.

Bij nauwkeurig onderzoek bespeurt men op zeer gladde dwarsche sneden ook veel witte vlekjes.

Beschouwt men het hout met *de loupe*, dan schijnen de breede mergstralen overlangs gestreept te zijn; daar dit bij echte bandvormige mergstralen niet voorkomt, heeft men hier vermoedelijk met onechte mergstralen te doen. Tusschen de witte vlekjes, die nu duidelijker te zien zijn, komen fijne witte lijnen, die in tangentiale richting loopen, te voorschijn.

De vaten worden, zelfs op een kopvlak, nog niet duidelijk waargenomen.

Met *den microscoop* onderzocht, blijkt het hout te bestaan uit libriform, tracheïden, houtparenchym en vaten.

De tracheïden komen in 't buitenste deel der jaarringen voor; hun wanden zijn even sterk verdikt als die van het libriform in de overige deelen der jaarringen. De libriformwanden zijn met hofstippels bedekt en, vooral in de herfstgrens, zeer verdikt. De vaten zijn tweeërlei; er zijn n.l. *groote*, verstrooid door de jaarringen en *kleinere*, die groepsgewijze in het herfsthout worden aangetroffen; de laatste vormen de witte vlekjes, die men met 't bloote oog op een dwarsche doorsnede ontwaart. De vaten in 't voorjaarshout zijn meestal tangentiaal, die in de overige deelen van den jaarring radiaal gegroepeerd.

In de dwarsche wanden der vaten zijn langwerpige openingen aanwezig; de overige wanden der groote vaten, die aan libriform grenzen, zijn met rechtsloopende spiralen en kleine hofstippels voorzien, terwijl de wanden der aan elkaar grenzende groote vaten alleen hofstippels vertoonen. Ook zijn de wanden der kleine vaten gestippeld en bezitten zij spiraalvormige verdikkingen.

De fijne lijnen, die, in tangentiale richting loopend, met de loupe worden waargenomen zijn houtparenchymgroepen.

De mergstralen zijn 1—4 cellen breed en behooren tot de met het bloote oog zichtbare (4 cellen breed) en onzichtbare (1 à 2 cellen breed). Nu eens zijn zij ver van elkaar verwijderd, door vaten en vatgroepen gescheiden, dan

weer zeer dicht bijeen geplaatst; in 't laatste geval vormen zij de breede *onechte* mergstralen, die op 't ongewapend oog den indruk van echte bandvormige mergstralen maken. Hun wand is gestippeld en eigenaardig sterk verdikt, zoodat zij op een dwarsche doorsnede gekarteld schijnen.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.62—0.82, gem. 0.72 (N.),
groen = 0.92—1.25, gem. 1.085 (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.21—1.5 % (K).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 4—7 % (N.).
b) in die der jaarringen = 7—11 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.4 % (L.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 6.66 % (L.).
b) in die der jaarringen = 10.9 % (L.).
Vermeerdering in volume = 12.9 % (W.), en vermeerdering in gewicht (door het hout met water te verzadigen) = 60 % (W.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.
Elasticiteits-grens = 2.08 (M.), 1.282 (voor groen hout, Ch. en W.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 980 (M.), 1085.7 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 6.17 (M.), 2.99 (Ch. en W.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting.
Elasticiteits-coëfficiënt = 208.4 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 1.007 (Ch. en W.).
b) in die der jaarringen.
Elasticiteits-coëfficiënt = 103.4 (Ch. en W.).
Vastheids-coëfficiënt = 0.608 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de draadrichting.
Elasticiteits-grens = 1.45 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1139 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 2.72 (M.), 3.97—5.43 (N.).

3. *Buigende krachten.*
Elasticiteits-grens = 2.53 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 654.5 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 5.65 (M.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad,
Vastheids-coëfficiënt = 0.72 (M.).
B) dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 3.10 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.33 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 1032 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 1.16 (M.).

V. *Hardheid.* Het hout wordt om zijn hardheid geroemd. Wanneer de hardheid van gewoon beukenhout = 1 is die van haagbeukenhout, volgens GAYER = 1.8.

NÖRDLINGER rangschikt het onder de *harde* houtsoorten (klasse IV).

VI. *Kloofbaarheid.* Haagbeukenhout is zeer moeilijk kloofbaar. Vooral als het van een drogen bodem stamt, waardoor de vezels dikwijls sterk gedraaid en niet recht gestrekt zijn.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Bij afwisseling van vochtigheid en droogte is de duurzaamheid uiterst gering; in een droge omgeving is het zeer duurzaam; daar heeft het evenwel veel van den worm te lijden. Daar het zelden in zware afmetingen voorkomt, dikwijls groote neiging vertoont tot trekken, bovendien slecht droogt en onder de schaaf splintert, wordt het noch als bouwhout noch als werkhout gekozen. Wegens zijn taaiheid en hardheid, bij matig gewicht, wordt het in de wagenmakerij en in de machinefabriek zeer op prijs gesteld. Men fabriceert van haagbeukenhout, bijv. tanden van eggen, dorschvlegels, kromhouten voor sleden, wielspaken, bijlstelen, handvatsels voor gereed-

schap, tappannen van waterraderen, groote houten schroeven voor persen, kammen voor tandraderen, wiggen, schaafblokken, ook schoenleesten en de houten schoenmakerspennetjes.

98. Noteboomenhout. Het hout, dat hier te lande, in onze industrie, bepaaldelijk noteboomenhout genoemd wordt, is niet alleen van Europeeschen, maar ook van Amerikaanschen oorsprong. Twee verschillende boomsoorten van het geslacht *Juglans* (familie der Juglandaceae) leveren voornamelijk dit hout: de gewone okker- of walnoteboom, het Europeesche, en de zwarte noteboom, het Amerikaansche. Daar ook dit in geen geringe hoeveelheden hier te lande wordt aangevoerd en verwerkt, zal hier een korte beschrijving van het Amerikaansche noteboomenhout niet misplaatst zijn.

1°. Het **gewone (Europeesche) noteboomenhout** stamt, zooals reeds gezegd is, af van den **gewonen okker- of walnoteboom (Juglans regia L.)**. Evenals vele onzer ooftboomen is deze boom uit West-Azië afkomstig; eeuwen vóór het begin onzer jaartelling werd hij evenwel reeds in Griekenland en Italië gekweekt [1]), en heeft zich van daar over Europa verspreid.

Een zeer koud klimaat kan de boom niet verdragen; hij verkiest verder een vrije standplaats en een lichten, goeden, met kalk en mergel gemengden grond, maar is evenwel met elken anderen grond tevreden.

Een betere groeiplaats dan in de vlakten vindt de boom in onze meer Noordelijke streken op kleine hoogten en in het voorgebergte; dáár vooral op de zuidelijke hellingen. In Nederland groeit de walnoot uitstekend langs de dijken der groote rivieren, maar daar, zoowel als in tuinen, op boerenerven, enz. is hij aangekweekt. In koude winters heeft de boom in ons klimaat veel te lijden.

1) VAN HALL (*Landhuishoudkundige Flora*, blz. 199) zegt, dat *wal*noten afgeleid is van *Welsch*land. Zooals men weet, werden in Duitschland voorheen de Italiaansche landen met dezen naam betiteld.

De walnoot is een statige boom; zijn stam bereikt een hoogte van 15—25 M.

Het is een kernhoutboom; de breedte van het splint wisselt af tusschen 7 en 30 jaarringen.

Het breede splint is, evenals het hout van jonge stammen, grauwachtig wit en wordt in de richting van het kernhout eenigszins donkerder van kleur. Het kernhout van oude stammen heeft meestal een zeer donkerbruine kleur en is fraai gevlamd en geaderd. Hoe donkerder het hout gekleurd is, des te meer wordt het op prijs gesteld; hout uit het onderste gedeelte van den stam is ook altijd donkerder dan dat uit hoogere lagen.

De kleur van het hout uit Noordelijke streken, dus ook het inlandsche, staat om de meer witte kleur van het kernhout ver ten achter bij het fraai gevlamde, soms donkerbruine hout uit Zuidelijke landen, bijv. uit Italië en Turkije; het Turksche notenhout is meestal zeer schoon gemazeld.

Vertoont het notenhout een groenachtige tint, dan is de boom, waarvan het afkomstig is, waarschijnlijk doodgevroren.

Met het bloote oog worden de ietwat golvende jaarringen duidelijk waargenomen, omdat de buitenste grens van het herfsthout donkerder gekleurd is dan het overige gedeelte van den jaarring en de vaten bovendien in deze houtlaag zeer dikwijls minder wijd en geringer in aantal zijn. De vaten vormen evenwel geen ring in 't voorjaarshout, maar zijn in den regel paarsgewijze of in kleine radiaal geplaatste groepjes door den ganschen jaarring verspreid. Mergstralen zijn met het bloote oog onzichtbaar; als fijne streepjes, lichter gekleurd dan 't overige houtweefsel, komen zij te voorschijn als men een glad afgewerkt kopvlak een weinig bevochtigt.

De mergkoker heeft een diameter van 2—5 m.M. en is aan de hoeken afgerond.

Met behulp van *de loupe* ziet men de talrijke mergstralen duidelijk tusschen de vaten doorkronkelen; zij zijn nagenoeg alle even breed en circa 0.5 m.M. hoog. Eveneens blijkt

ook nu dat de diameter en het aantal der vaten in de richting van het herfsthout, wel geringer worden, maar deze vermindering, vooral wat het aantal vaten betreft, uiterst gering is.

Zeer fijne, evenals de mergstralen lichtgekleurde, maar tangentiaal gerichte streepjes, wijzen op houtparenchymgroepen. Vooral in de buitenste jaarringen zijn zij duidelijk zichtbaar.

Het *microscopisch* onderzoek leert, dat het houtweefsel is opgebouwd uit houtparenchym, zoowel gedeeld als ongedeeld [1]), libriform, tracheïden en vaten.

Het gewoonlijk voorkomende, gedeelde parenchym wordt in alle deelen van de jaarringen aangetroffen, zoowel naast vaten als tusschen het libriform; het ongedeelde parenchym daarentegen slechts in de buitenste grens van het herfsthout. De houtparenchymvezels zijn circa 0.022 m.M. wijd en hebben betrekkelijk dunne wanden, die met groote stippels zijn bedekt, voor zoover zij aan vaten grenzen. Zij bevatten een bruinachtige stof.

De libriformvezels hebben ongeveer dezelfde doorsnede als de houtparenchymvezels, maar de gehofstippelde wanden zijn zeer sterk verdikt, zoodat de holte slechts een diameter heeft van 0.009 m.M.

De tracheïden bevinden zich slechts in de buitenste grens van 't herfsthout.

De vaten hebben in 't voorjaarshout een gemiddelde doorsnede van 0.22 m.M.; in 't herfsthout is deze circa zesmaal kleiner (0.036 m.M.). De wanden der vaten bezitten geen spiralen maar wel hofstippels (met tamelijk groot hofje en eng stippelkanaal) daar, waar ze aan houtparenchym- of mergstraalcellen grenzen. Hun dwarsche wanden zijn van een ronde opening voorzien. In de vaten van 't noteboomenhout vindt men meestal thyllen; soms vullen zij de vatholten geheel en al.

---

1) Zie bladz. 44.

De mergstralen bestaan uit 1 tot 4 celrijen volgens de breedte en zijn 10 en meer celrijen hoog. De wanden hunner cellen zijn, evenals die van 't houtparenchym, gehofstippeld, indien ze aan vaten grenzen. Ook de inhoud der mergstraalcellen bestaat uit een bruine stof.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.65—0.71 (N.), 0.647 (DUHAMEL),
groen = 9.91—0.92 (N.), 0.814 (DUHAMEL).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.223 % (K.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 3—6 % (N.).
b) in die der jaarringen = 4—18 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.223 % (L.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 3.53 % (L.).
b) in die der jaarringen = 6.25 % (L.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*
1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad. Vastheids-coëfficiënt = 9.69 (L.).
2. *Buigende krachten.* Elasticiteits-coëfficiënt = 1106 (EBBELS en TREDGOLD) [1]).

V. *Hardheid.* NÖRDLINGER rangschikt het hout onder de *weinig harde* soorten. Het splint en 't hout van jonge stammen is vrij zacht.

VI. *Kloofbaarheid.* Het hout is tamelijk gemakkelijk kloofbaar. NÖRDLINGER merkt op, dat zich bij het hout van alle Juglans-soorten, tengevolge van het krimpen op de kloofvlakken een reeks van hol gebogen vlakken vormen.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* In een droge omgeving is

---

1) Voor noteboomenhout met groene kleur vonden E. en T. de volgende waarden:
Elasticiteits-coëfficiënt = 492.
Vastheids-coëfficiënt = 6.161.

dit hout zeer duurzaam. Het is evenwel aan wormstekigheid onderworpen. Ook onder water vertoont het hout een groote duurzaamheid en wordt daar beenhard. Vóór het gebruik wordt het wateren en flink drogen van 't hout aanbevolen. Over de kleur van het noteboomenhout, dat in bewerking komt, hebben wij hierboven reeds 't een en ander meegedeeld. Inlandsch (Zeelandsch) hout vertoont dikwijls groene strepen en zwarte stippels; het Italiaansche wordt om de aangename kleur zeer op prijs gesteld en het Turksche [1]) vooral om het fraaie mazelhout (gemazeld wortelhout). Het wortelhout levert mazelhout, waaruit de fijnste fineerplaten worden vervaardigd.

In oude tijden werd dit hout als bouwhout gebruikt [2]), heden ten dage is het slechts als een uitstekend en kostbaar werkhout bekend; het laat zich gemakkelijk bewerken.

In de eerste plaats verwerkt de meubelmaker veel van dit fraaie hout (Italiaansch), dat uitstekend gepolitoerd kan worden; de fijnste meubels worden er van vervaardigd. Het mazelhout van noteboomen levert het meubelfineer, dat tegenwoordig het meest gebruikt wordt. Voor draaierswerk wordt het geroemd en ook voor beeldsnijders is het een niet te verwerpen grondstof, daar men het uitstekend snijden kan.

Vervolgens worden er laden [3]) voor geweren van vervaardigd. In 's Rijks geweerwinkel te Delft gebruikt

---

1) Sommigen beweren, dat dit Turksche noteboomenhout *niet* uit Turkije afkomstig is.

2) Door den scheepsbouwer wordt dit hout ook nu nog voor betimmering van kajuiten gebruikt. Vergissen wij ons niet dan is bijv. het raderstoomschip Holland, dat den veerdienst tusschen Stavoren en Enkhuizen waarneemt, van deze betimmering voorzien. Volgens BLUMMER (*Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, Deel II, blz. 293) gebruikten Grieken en Romeinen het hout slechts als bouwhout, zoowel onder als boven den grond. Als werkhout werd het niet gebruikt. In Zwitserland treft men in oude kerken nog binten van noteboomenhout aan.

3) Aan de lade van een geweer onderscheidt men 1°. de kolf, 2°. de greep, 3°. de versterking en 4°. de voorlade.

men daarvoor meestal hout uit N.-Brabant, Limburg en België; het is natuurlijk niet zoo fraai als het Italiaansche, maar vaster en voor het doel uitnemend geschikt.

Paneelen van dit hout worden door den rijtuigfabrikant gebruikt. Eindelijk worden er ook katrollen, heften van messen, schoenleesten en houten zolen voor zoogenaamde „lederen" klompen van gefabriceerd.

2°. **Amerikaansch noteboomenhout.** Het hout van den **zwarten walnoteboom (Juglans nigra L.)** is een van de kostbaarste houtsoorten van N.-Amerika. Het komt overvloedig in Alabama voor, maar ook noordelijker, in Canada, enz.

De boom bereikt aanzienlijke afmetingen, zoodat het hout in veel breeder afmetingen dan het Italiaansche in den handel komt [1]). Het hout vertoont een fraaien, zijdeachtigen glans en een naar 't grauw hellende bruine kleur, die bij oud stamhout bijna zwartviolet wordt. Dikwijls is het fraai gevlamd en met lichte en donkere aderen geteekend.

In den bouw gelijkt het veel op dat van den gemeenen walnoot; het is grover dan het Italiaansche en brozer; de vaten zijn wijder en de mergstralen op een glad kopvlak voor het bloote oog duidelijk zichtbaar. Ook de jaarringen kan men duidelijk onderscheiden, omdat het aantal en de wijdte der vaten in het voorjaarshout eenigszins verschilt met die in de overige deelen van den jaarring. Bij vele monsters van dit hout werd door ons een donkere kleur van het voorjaarshout waargenomen, die gelijkmatig in de richting van het herfsthout afnam.

---

1) In het *Verslag over aanvoer, verkoop, voorraad, enz. van fijne werkhouten gedurende de maand December* 1885 *te Rotterdam* van de Makelaars OVERGAAUW en DE BLAAUW wordt o. a. als voorraad vermeld:

van Amerikaansch noten, 6 blokken, breed 51/65 c.M. en 4826 cub. d.M. inhoud.
„ „ 6 „ „ 48/60 „ „ 6288 „ „ „
van Italiaansch noten, 10 platen, breed 36/61 „ dik 19/32 c.M.
„ „ 10 „ „ 35/37 „ „ 15/26 „

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.46—0.53 (gem. 0.49) (N.).
Groen = 0.76—0.87) (gem. 0.81) (N.).

II. *Krimpen.* Dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 2—5 % (N.).
b) in die der jaarringen = 4—10 % (N.).

III. *Elasticiteit en vastheid.*
1. *Buigende krachten.* Elasticiteits-coëfficiënt = 1073 (N.).
Vastheids-coëfficiënt = 6.92 (N.).

IV. *Hardheid.* Volgens NÖRDLINGER is het iets harder dan 't gewone noteboomenhout. Terwijl dit laatste in klasse VI onder de weinig harde houtsoorten wordt gerangschikt, vindt men het Amerikaansche tot klasse V gebracht, die der „tamelijk harde" houtsoorten.

V. *Kloofbaarheid.* Nagenoeg als die van hout van den gemeenen walnoot.

Droge stukken, beproefd volgens de gewone methode van NÖRDLINGER, spleten

in radiale richting bij een belasting van 18.33 en 35.66 Kg. (N.),

in tangentiale richting bij een belasting van 28.92 Kg. (N.).

VI. *Duurzaamheid en gebruik.* In de droogte is het hout niet minder duurzaam dan onder water. Zelfs het splint wordt weinig door den worm aangetast.

Het hout uit de Noordelijke staten wordt door den schrijnwerker bij voorkeur gebezigd, omdat het veel zachter is dan dat uit het Zuiden. Dit laatste verdient de voorkeur voor rivierwerken en voor die, welke groote duurzaamheid en groot weerstandsvermogen vereischen.

In den regel is de kleur van het Amerikaansche hout voor den meubelmaker te gelijkmatig bruin; zoodat, na 't politoeren, geen aangename kleurschakeeringen, zooals bij 't Italiaansche hout, ons oog treffen [1]).

1) In het *Kort overzicht van den handel in fijne werkhouten in* 1882 van de firma O. en DE B. leest men met betrekking tot het Amerik. noteboomenhout: Deze werkelijk

Nog gemakkelijker dan het Europeesche laat zich het Amerikaansche noteboomenhout bewerken; alleen klaagt men over snel bot worden der beitels en schrijft dit toe aan de aanwezigheid van zand. Zeer waarschijnlijk hebben de menigte gedroogde thyllen, die in de vaten van dit hout voorkomen en daar op overlangsche sneden duidelijk als schitterende punten worden waargenomen, tot deze meening gevoerd [1]).

99. Hickoryhout. Tot de familie der Juglandaceae behoort ook het geslacht *Carya*. In dit geslacht, in Noord-Amerika inheemsch, komen ook boomsoorten voor, wier ruim 20 M. hooge stammen een uitstekend hout aan de industrie leveren. Reeds sedert tal van jaren wordt het naar Europa geëxporteerd en ook in ons land wordt het veelvuldig toegepast. Het meest algemeen komt, onder den naam van **hickory,** in den handel het hout voor van **Carya alba Nutt.** [2]); wij zullen ons in de volgende beschrijving ook slechts tot het hout van dezen boom bepalen.

Het breede splint van dezen kernhoutboom heeft een geelachtige kleur; het bruinachtig witte kernhout wordt aan de lucht donkerder van kleur. De grenzen der jaarringen zijn duidelijk waar te nemen, omdat, evenals bij eiken-, ijpenhout, enz., een ring van groote vaten in het voorjaarshout wordt aangetroffen; ook is het voorjaarshout en de buitengrens van het herfsthout veel lichter van kleur dan het overig gedeelte van den jaarring. Met 't bloote oog bemerkt men geen mergstralen, noch vaten in het herfsthout; slechts in breede jaarringen neemt men daar kleine witte vlekjes waar.

---

fijne en mooie houtsoort, die bij het meubelmakersvak tegenwoordig zoo gezocht wordt en het ook ten volle verdient, is voor het mahoniehout, vooral in de fijne ameublementen, een geduchte concurrent geworden en blijft steeds gezocht; vooral voor Duitsche markten had daarin een geregelde vraag en omzet plaats.

1) Ook het splint vezelt en is bij 't draaien niet zuiver glad te krijgen.

2) O. a. wordt nog gebruikt: het hout van *C. porcina Nutt.*, van *C. tomentosa Nutt.*, van *C. amara Michx.* enz.

Eerst met behulp van *de loupe* worden in 't herfsthout vaten zichtbaar, meestal paarsgewijze of in groepjes van drie; met het bloote oog deden deze zich voor als witte vlekjes. Ook talrijke fijne mergstralen, lichter gekleurd dan het omgevend weefsel, merkt men nu op, zoowel als zeer smalle, in tangentiale richting loopende, parenchymbanden, die als 't ware met de mergstralen een net vormen, in welks fijne mazen hier en daar kleine vaten worden aangetroffen. De vele schitterende kleine plekjes in de vaten wijzen op een groot aantal verdroogde thyllen.

Het *microscopisch* onderzoek leert, dat de libriformvezels zeer sterk verdikte wanden bezitten; terwijl hun diameter 0.017 m.M. bedraagt, heeft de open holte zelden een grooter wijdte dan 0.004 m.M.

De wanden der houtparenchymcellen (0.018 m.M. diameter), zijn niet verdikt De vaten, die ringsgewijze in 't voorjaarshout optreden, hebben gemiddeld een middellijn van 0.248 m.M., terwijl die, in de overige deelen van den jaarring circa tienmaal kleiner zijn.

De mergstralen bestaan volgens de breedte meestal uit 1 tot 2, somwijlen ook uit 3 cellen; volgens de hoogte varieert dit aantal van 5 tot 25 cellen. Evenals de cellen van 't houtparenchym zijn zij met een bruinachtige stof gevuld; vooral op een tangentiale doorsnede zijn zij daardoor duidelijk waar te nemen.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.772—1.000 (gem. 0.886) (N.), 0.93 (WIESNER).

II. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Drukkende krachten.*
Vastheids-coëfficiënt = 5.94 (N.) [1]).

III. *Hardheid.* De hardheid van dit hout is zeer aanzienlijk.

IV. *Kloofbaarheid.* Zeer gemakkelijk kloofbaar.

V. *Duurzaamheid en gebruik.* Dit taaie, harde hout is ook

---

1) Centralbl. f. d. gesammte Forstwesen, 1882, bl. 301.

zeer duurzaam. Het bezit weinig glans en is veel minder fijn dan het noteboomenhout. Het klimaat en de bodem, waarin het hout is gegroeid, oefenen zeer grooten invloed op de eigenschappen uit [1]). In Amerika wordt hickory vooral door den rijtuig-fabrikant gebruikt; zeer lichte, tweewielige wagentjes, die als 't ware onvergankelijk zijn, worden bijv. grootendeels uit dit hout vervaardigd.

Hier te lande wordt het vooral voor de constructie van velgen en spaken gebezigd [2]), ook voor stelen van bijlen en hamers komt het al meer en meer in zwang.

100. Eschdoornhout. Van de verschillende soorten van het geslacht **Eschdoorn** of **Ahorn** (**Acer**) [3]), waarvan het hout in de industrie toepassing vindt, komen er slechts twee in Nederland voor, n.l. **de gemeene eschdoorn** of **ahorn** (**Acer Pseudoplatanus L.**) en **de kleine eschdoorn** of **ahorn** (**Acer Campestre L.**)

Daar het hout van eerstgenoemde soort voor ons het belangrijkste is en er bovendien weinig verschil bestaat in den bouw der beide genoemde soorten, zullen wij ons tot de beschrijving van het hout van den gemeenen eschdoorn bepalen.

---

1) Aan *The Hub* (New-York Coachmaker's Magazine), deel XXII, n°. 3, blz. 116, ontleenen wij het volgende:

„The rocky hills and mountains of Connecticut produce a superior quality of timber, and the hickory furnished by the different States along the coast as far south as, and including Virginia, is not greatly inferior to that grown in the first named State. Portions of the west are also said to produce good hickory but I have never seen equal in quality to the best Eastern hickory."

(*Prize essay on the materials entering into the construction of carriages*, *by* G. A. Hubbard).

2) Hickory spaken ongeveer 45 mM. breed, uit Lambertville in New-Yersey (Lambertville spoke Manufact. Co.) kosten hier te lande, inclusief vracht, circa 45 cents en zijn naar het oordeel van deskundigen veel beter dan de spaken, die uit hier geïmporteerde hickoryblokken (70 à 90 gld. de M^3.) worden vervaardigd.

3) Tot het geslacht *Acer* behooren bijv. behalve de reeds bovengenoemde soorten: Noordsche Eschdoorn (Acer Platanoides L.), Roode Eschdoorn (Acer Rubrum L.), Suiker-Eschdoorn (Acer Saccharinum L.), enz. De beide laatste soorten zijn in Amerika inheemsch.

De gemeene eschdoorn komt overal in Europa voor tot aan den 58sten graad N.B., daar de boom geen groote koude verdragen kan. In Zuid-Duitschland, in Oostenrijk en in geheel Zuid-Europa groeit hij voornamelijk in 't gebergte; zoo bijv. in Beieren van 324—1318 en in de Alpen van 700—1690 M. boven het zeeoppervlak.

In Nederland wordt deze eschdoorn in den Haarlemmer- en Alkmaarder-Hout, in 't Haagsche bosch, bij Nijmegen, enz. in 't wild aangetroffen; maar ook aangekweekt komt hij veel voor. De boom groeit op alle gronden, in ons land zeer goed op droge en beschaduwde plaatsen; maar het best tiert hij in een niet te vasten grond, die rijk is aan minerale voedingsstoffen, op schaduwrijke, westelijke berghellingen [1]).

De eschdoorn kan een zeer hoogen ouderdom bereiken; na 80—100 jaren groeit de boom evenwel niet meer in de hoogte, die tusschen 20 en 30 M. kan afwisselen; ook de dikte is soms vrij aanzienlijk.

In den regel heeft de stam een cilindervormige doorsnede, die met de hoogte zeer langzaam afneemt, maar dikwijls ook is hij aan een zijde ingedrukt. Zeer hoog reinigt hij zich van takken.

De eschdoorn behoort tot de splintboomen. De kleur van het hout is witachtig, op dwarsche doorsnede bruinachtig wit. Vooral op radiale sneden is het zeer wit en dan ook zeer glanzend (zijdeglans). Aan de lucht wordt het donkerder van kleur en geelachtig. De mergkoker is rond en heeft een witte kleur.

Met het bloote oog kan men op dwarsche snede de jaarringen zeer duidelijk onderscheiden, doordat — in tegenoverstelling van hetgeen bij andere houtsoorten het geval is — het voorjaarshout bij opvallend licht donkerder gekleurd is dan het overige gedeelte van den jaarring. De breedte dezer donkere laag is evenwel zeer gering. Houdt men echter

---

1) De *gemeene eschdoorn* is in Duitschland als *Bergahorn* bekend.

een dunne snede tegen het licht, dan bemerkt men dat de kleuring van den jaarring normaal is, d. w. z. dat toch de uiterste herfsthoutlaag het donkerste deel van den jaarring is.

Fijne, lichter dan het omgevend houtweefsel gekleurde mergstralen worden in groot aantal waargenomen. Van vaten bemerkt men geen spoor; ze komen ter nauwernood te voorschijn, wanneer men dunne sneden tegen het licht beziet.

Met de *loupe* wordt de zooeven aangehaalde donkere kleur van het voorjaarshout nog duidelijker zichtbaar, de grens der jaarringen wordt nu scherp aangegeven door een zeer fijne lijn van dezelfde kleur als die der mergstralen.

Het aantal dezer mergstralen neemt onder de loupe ook toe, en duidelijk worden tusschen de reeds zoo fijne mergstralen nog fijnere bespeurd.

Vaten zijn ook nu nog niet zichtbaar.

Volgens onderzoek met den *microscoop* bestaat dit hout uit vaten, libriform, tracheïden en houtparenchym.

De vaten zijn alle nagenoeg even groot en tamelijk regelmatig in den jaarring verspreid. Nu eens staan zij alleen, dan weer paarsgewijze of in groepjes van 3—4 bij elkander; in 't laatste geval zoo dicht, dat de gemeenschappelijke vlakken geheel plat zijn gedrukt. Grenzen de vaten niet aan mergstralen en houtparenchym, dan zijn hun wanden, behalve van stippels, ook van fijne spiraalbanden voorzien; de dwarsehe wanden bezitten een ronde opening.

Het libriform is enkelvoudig of gedeeld en heeft slechts gering verdikte, gewoon gestippelde wanden. De tracheïden komen slechts in de uiterste grens van het herfsthout voor. Houtparenchymcellen worden zeer verspreid aangetroffen.

De mergstralen bestaan volgens de breedte uit 1—2 ook uit 3 en 4 cellen, wier wanden gekarteld zijn; hun inhoud bestaat voornamelijk uit zetmeel.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.53—0.79, (gem. 0.66) (N.);
groen = 0.83—1.04, (gem. 0.935) (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.0 % (F) [1], 0.06 % (N).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 1.7 en 4.5 % (F), 2.3 % (J. N.), 2—3 % (N.).

b) in die der jaarringen = 4.3 % (J. N.) 4—7 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.072 % (L.) [2].

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 3.35 % (L.).

b) in die der jaarringen = 6.59 % (L.).

Vermeerdering in volume = 7.1—9.8 % (W.),

„ » gewicht = 71—79 % (W.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 2.789 (M.), 2.715 (Ch. en W.) [3].

Elasticiteits-coëfficiënt = 962.3 (M.), 1021.4 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 5.39 (M.), 3.58 (Ch. en W.).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 157.1 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.716 (Ch. en W.).

b) in die der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 72.7 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.371 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.949 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 822.1 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 2.685 (M.).

3. *Buigende krachten.*

Elasticiteits-grens = 1.803 (M.).

---

1) FREY noemt slechts *Ahornholz*. Voor welken eschdoorn dus deze cijfers gelden is ons onbekend.

2) Ook de opgaven van LAVES hebben betrekking op *Ahornholz*.

3) De cijfers van CHEVANDIER en WERTHEIM zijn ook van proeven, met hout van een *Ahorn*, afkomstig.

Elasticiteits-coëfficiënt = 688.2 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 5.413 (M.), 10.26 (N.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.
Vastheids-coëfficiënt = 0.732 (M.).
B) dwarsdraads.
Vastheids-coëfficiënt = 3.03 (M.).

5. *Wringende krachten.*
Elasticiteits-grens = 0.535 (M.).
Elasticiteits-coëfficiënt = 666.8 (M.).
Vastheids-coëfficiënt = 1.00 (M.).

V. *Hardheid.* Niet alleen de gemeene, maar ook alle andere eschdoorns leveren een hard hout. Volgens GAYER varieert de hardheid tusschen 0.75 en 0.9, wanneer die van beukenhout = 1 wordt gesteld.

VI. *Kloofbaarheid.* Meest alle soorten van eschdoornhout klooven moeilijk. De kloofvlakken zijn gewoonlijk glad; bij hout van den gemeenen eschdoorn vertoonen zich schubachtige kloofvlakken.

Een luchtdroog stuk splinthout spleet in radiale richting bij een belasting van 53.7 Kg. (N.).

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Zoo uitstekend het eschdoornhout als werkhout is, zoo slecht is het als bouwhout; het kan n.l. geen afwisseling van nat en droog verdragen. Altijd in een droge omgeving is het evenwel zeer duurzaam.

In den handel komt eschdoornhout voor zoowel van Duitsche als van Zwitsersche afkomst; het laatstgenoemde acht men het best voor paneelen, daar het zich zeer gemakkelijk laat buigen.

Zeer gewild is tegenwoordig ook eschdoornhout, dat aan knopvorming (zie blz. 155) de aanwezigheid der zoogenaamde „*Bird-eyes*" of „*Vogelaugen*" dankt [1]).

---

1) VAN DER TRAPPEN (*Herbarium vivum*, Deel II, blz. 183. Uitgegeven te Haarlem bij DE ERVEN LOOSJES door de Ned. Maatsch. t. b. v. Nijverheid in 1843) zegt, dat eschdoornhout, wanneer het vele kwasten heeft, den naam van *Pauwenstaarten-hout* draagt.

Het harde, taaie en fijne hout van den gemeenen eschdoorn kan zeer glad bewerkt en uitstekend gepolitoerd worden; het verkrijgt daardoor een fraaien zijdeachtigen glans. Door schrijnwerkers wordt het wegens de witte kleur zoowel gebruikt ter vervaardiging van voorwerpen, die niet gepolitoerd of geschilderd worden, als voor andere, die deze bewerkingen wel moeten ondergaan; het neemt toch uitstekend verf aan en wordt gebruikt ter imitatie van notenhout, ebbenhout, enz.

De schrijnwerker vervaardigt van dit hout zoowel massieve als gefourneerde voorwerpen, parketvloeren, enz. Door kunstdraaiers is het zeer gezocht en niet minder door kunstsnijders, bijv. voor de vervaardiging van allerlei dischartikels als borden, schotels, kook- en eetlepels, vervolgens van tandenstokers, kleine schoenmakerspennen, enz.

Voor zaagwerkjes, alsmede voor het fabriceeren van gevlochten stelen van zweepen, van biljart- en wandelstokken bedient men zich zeer dikwijls van eschdoornhout.

Ook de fabrikanten van muziekinstrumenten gebruiken het in groote hoeveelheden, bijv. ter vervaardiging van de zijwanden van violen en violoncels, dan voor fluiten, klarinetten en fagotten [1]).

101. Lindenhout. Van twee soorten van het geslacht *Linde* (*Tilia*) is het **lindenhout** afkomstig, dat in onze nijverheid wordt gebruikt [2]). Het zijn de **grootbladige (Tilia grandifolia Ehrh.)** en de **kleinbladige linde (Tilia parvifolia Ehrh.)**

Hun vaderland is Midden- en Zuid-Rusland, waar zij nog heden ten dage, vooral in de Ukraine, alleen of met eiken

1) Hoewel vooral het minder fijne en iets bruiner gekleurde hout van den kleinen eschdoorn voor de vervaardiging van fluiten, klarinetten, enz. dient, noemt men toch den gewonen eschdoorn: *luitenboom* en *violenboom*. (Zie bijv. *Flora van Nederland*) Deel I, blz. 436.

2) In Amerika wordt het hout van andere lindensoorten gebezigd.

gemengd, groote bosschen vormen. De boomen zijn nu nagenoeg over geheel Europa verspreid, maar terwijl in Noord-Duitschland bijv. de kleinbladige linde verreweg de overhand heeft, is dit in Zuid-Duitschland en ook in Nederland met de grootbladige het geval. De linden in onze bosschen (Spanjaardslaan in den Haarlemmerhout), langs pleinen en wandelplaatsen (Maliebaan te Utrecht), en die, welke langs de wegen voorkomen, bestaan voornamelijk uit de grootbladige soort. Prachtige exemplaren van de kleinbladige linde vindt men o. a. aan de Vuursche.

De linde groeit gaarne in een goeden vetten grond van leemachtigen aard of in een diepen, vruchtbaren, eenigszins vochtigen bodem, uit zand en klei bestaande. Hij groeit tevens snel en kan een zeer hoogen ouderdom bereiken; de boom heeft weinig vijanden en wordt zelden door ziekten aangetast, zoodat, hoewel oude boomen dikwijls kernrot zijn, er toch ook menigmaal geheel gave 300-jarige linden voorkomen.

De stam van den grootbladigen lindeboom is slanker en heeft een gladder schors dan die van den kleinbladigen. Zijn hout is geelachtig wit, terwijl dat van de kleinbladige linde meer bruin achtig wit gekleurd is. Het hout dezer laatste soort heeft evenwel de voorkeur in de nijverheid, omdat het minder zacht en taaier is. Voornamelijk zal in de volgende regels dan ook het hout van de kleinbladige linde worden beschreven; hoewel de anatomische samenstelling van 't hout der beide linden weinig of niet verschilt, zal, waar dit overigens noodig mocht blijken, op het onderscheid tusschen beide lindenhoutsoorten worden gewezen.

---

1) De *grootbladige linde* wordt ook *zomerlinde* genoemd, omdat hij iets vroeger bloeit dan de *kleinbladige*, die in tegenoverstelling ook als *winterlinde* bekend is. Men onderscheidt beide linden zeer gemakkelijk aan de bladen.

Die van Tilia grandifolia zijn grooter en aan den voet veel schever dan die van Tilia parvifolia, ook zijn zij *aan de onderzijde* wit behaard. De kleinere, meer spitse bladen van Tilia parvif. vertoonen daar alleen eenige bruine haarbundeltjes in de oksels der hoofdaderen, en een lichtgroene kleur, terwijl zij aan de bovenzijde donkergroen zijn. Dit kleurverschil wordt bij Tilia grandif. niet waargenomen.

De linde is een rijphoutboom. Tusschen de kleur van het breede splint en het rijphout bestaat weinig verschil (zie hierboven). Met het bloote oog worden de breede jaarringen zeer duidelijk zichtbaar; de grens wordt namelijk door een uiterst smal houtlaagje aangegeven, waarvan de kleur veel witter is dan die der overige deelen van den jaarring. Bij de grootbladige linde is de afscheiding der jaarringen minder scherp.

Door hetzelfde verschil in kleur, als waarvan zoo even sprake was, worden de fijne mergstralen zichtbaar. Van vaten bemerkt men geen spoor; slechts wanneer men een dunne dwarsche doorsnede tegen het licht beziet, bespeurt men ook talrijke kleine openingen, die zeer regelmatig door de jaarringen zijn verspreid.

Op een radiale lengtesnede vertoont 't lindenhout tamelijk veel glans. De mergkoker is ongeveer 2 mM. breed en 3—5 hoekig; de hoeken zijn afgerond.

Met *de loupe* worden niet alleen jaarringen en mergstralen duidelijk zichtbaar, maar ook talrijke witte vlekjes waargenomen.

Uit het onderzoek met *den microscoop* blijkt, dat het weefsel, behalve uit vaten, uit gedeeld en ongedeeld houtparenchym, libriform en tracheïden bestaat.

De vaten zijn talrijk en tamelijk regelmatig in den jaarring verspreid; meestal in groepjes van 1—3 of meer. Op een dwarsche snede blijkt, uit hun langwerpigen, nagenoeg eironden vorm, dat zij in de groepjes dicht aaneensluiten. De wanden der vaten zijn gehofstippeld en *alle* met sterk ontwikkelde schroefvormige verdikkingslijsten voorzien, waardoor dit hout met den microscoop zeer gemakkelijk te kennen is. De dwarswanden zijn bijna geheel verdwenen en vertoonen daardoor een ronde opening.

De doorsnede der vaten is door den ganschen jaarring nagenoeg dezelfde; volgens Wiesner hebben zij in 't voorjaarshout 0.06 mM. en in 't midden van den ring 0.024 mM. diameter.

De libriformvezels hebben een veelhoekige gedaante en gemiddeld een doorsnede van 0.02 mM.; de holte is circa

0.012 mM. wijd. Zij zijn dus, in vergelijking met de vaten, zeer wijd, maar daarenboven dunwandig. De wanden zijn met zeer kleine hofstippels voorzien. Reeds op blz. 41 is opgemerkt, dat de libriformvezels van lindenhout een eigenaardige gedaante hebben; ze zijn zeer breed en, terwijl deze breedte over het grootste deel der lengte dezelfde blijft, trekken de wanden zich aan de einden plotseling spits samen (volgens Sanio bedraagt de lengte 0.46 mM.).

Het ongedeeld parenchym en de tracheïden bevinden zich in de buitenste grens van het herfsthout. Het gewone houtparenchym komt door den ganschen jaarring voor, zoowel naast libriform als naast vaten. De dunne wanden zijn met stippels voorzien, die ongeveer even groot zijn als de hofjes der vaatstippels. Het houtparenchym is dikwijls bruinachtig geel gekleurd [1]); de cellen bevatten zetmeel.

De mergstralen zijn, 1 tot 4, enkele malen 5 cellen breed. In de draadrichting is hun aantal zeer verschillend. Maar ook de grootte der cellen loopt zeer uiteen. Zij bevatten minder zetmeel dan de houtparenchymcellen. De mergstralen zijn altijd eenigszins bruin van kleur, zooals op een tangentiale snede het beste blijkt.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.32—0.59 (gem. 0.455) (N.), groen = 0.61—0.87 (gem. 0.74) (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.12 (N.), 0.0 % en 0.1 % (Tilia grandifolia, F.) [2]).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 1—7 % (N.), 5.7 % en 8.8 % (T. grandif. F.).

b) in die der jaarringen = 8—10 % (N.).

1) In *zeer blanke* lindenhoutmonsters werd door ons geen gekleurd houtparenchym waargenomen; waar dit bij andere monsters wel het geval was, waren ook hier en daar de vaten door een bruinachtige stof gekleurd.

2) Frey geeft niet aan, op welk lindenhout zijn cijfers betrekking hebben. Met eenige zekerheid kunnen wij evenwel aannemen dat *Tilia grandifolia* door hem is onderzocht, daar in Zuid Duitschland, Zwitserland en Zuid Europa deze soort verreweg het meest voorkomt.

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.208 $^0/_0$ (L.) [1].

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 7.79 $^0/_0$ (L.).

b) in tangentiale richting = 11.5 % (L.).

Volgens WEISSBACH bedraagt, bij volkomen verzadiging met water:

de vermeerdering in volume = 11.3 $^0/_0$,

" " " gewicht = 113 $^0/_0$.

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.46 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1008.00 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 3.08 (M.).

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.87 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 600.00 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 2.01 [2]) en 2.44 (M.), 3.00—4.61 (N.).

3. *Buigende krachten.*

Elasticiteits-grens = 0.95 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 679.50 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 3.58 (M.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.

Vastheids-coëfficiënt = 0.41 (M.).

B) Dwarsdraads.

Vastheids-coëfficiënt = 2.37 (M.).

5. *Wringende krachten.*

Elasticiteits-grens = 0.23 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 617.81 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.76 (M.).

---

1) Daar de resultaten der onderzoekingen van LAVES, in „*Mittheilungen des Hannöverschen Gewerbevereins*" zijn verschenen, dus in N. Duitschland, *vooronderstellen* wij, dat zij op *T. parvifolia* betrekking hebben, zie blz. 244.

2) In de tabel op blz. 198 is een drukfout ingeslopen. Men gelieve voor de coëfficiënten van lindenhout, door MIKOLASCHEK bepaald, 2.01 en 2.44 te lezen.

V. *Hardheid.* Uit den relatief grooten diameter der vezels en de geringe verdikking hunner wanden volgt, dat het lindenhout tot de zachtste soorten behoort.

Wordt de graad van hardheid door middel van de zaag bepaald, dan is deze, de hardheid van beukenhout = 1.00 stellende, voor lindenhout = 1.80 (GAYER).

VI. *Kloofbaarheid.* Het hout klooft gemakkelijk, maar niet glad.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Het zachte, buigbare en ook taaie lindenhout kan geen vochtigheid verdragen; in de lucht en droog gehouden is het vrij duurzaam; het heeft weinig van den worm te lijden; als bouwhout wordt het dus niet gebezigd. Het laat zich zeer goed bewerken — in alle richtingen is het even goed te snijden als te draaien. Het werkt bovendien uiterst weinig.

Voor beeldsnijders, die slechts zachte, fijne houtsoorten bewerken, van gelijkmatigen bouw, wier mergstralen en jaarringen niet scherp te voorschijn treden, is lindenhout de grondstof *par excellence.* Behalve beelden worden ook ornamenten, die verguld of gelakt worden, zooals spiegellijsten, ja, geheele luxe-meubels enz. van lindenhout gesneden; ook voor een groot gedeelte der kleine snijwerkjes, zooals servetringen, photographielijstjes, houten gemsjes, enz. wordt in enkele Zwitsersche kantons lindenhout gebezigd. Ook de hoedvormen zijn voornamelijk van lindenhout. Vervolgens dient het tot de fabricage van lichte voorwerpen, zooals kistjes voor zeep en parfumerieën, voor zeefranden, gewone stoelen. Daar het weinig trekt, gebruikt de meubelmaker lindenhout als grond- of blindhout voor meubels, die gefineerd moeten worden, en als grondstof voor lichte schuifladen; om dezelfde reden worden er gietmodellen, schoenleesten, teekenplanken en meettafels voor landmeters vervaardigd. In de bedrijven, waar men leder door snijden verdeelt, bijv. bij den zadelmaker, bestaat de snijplank, waarop dit geschiedt, uit het zachte lindenhout. Houtjes van gewone potlooden zijn ook dikwijls uit lindenhout

vervaardigd. Eindelijk maakt men er ook de brillen van privaten van, die ongeschilderd blijven [1]).

Het laat zich zeer goed bijten.

102. Pereboomenhout. Dit hout is afkomstig van een boomsoort van het geslacht *Pyrus* n. l. **Pyrus communis L.**, die ons als **pereboom** welbekend is.

Wel leveren ook andere Pyrussoorten, bijv. de **appelboom** (**Pyrus Malus L.**, [1]) hout, dat in de industrie wordt gebezigd, maar dit gebruik staat bij dat van pereboomenhout ver ten achter, reden, waarom wij ons hoofdzakelijk tot laatstgenoemde houtsoort zullen bepalen.

Als het vaderland van den pereboom noemt men Westelijk-Azië (Kaukasus en aangrenzende landen); tegenwoordig zijn evenwel zoowel de zoogenaamde „wilde" pere- als „wilde" appelboom over geheel Europa verspreid, en ook in ons land worden verwilderde exemplaren in bosschen en duinen aangetroffen.

De pereboom eischt dieper bodem dan de appelboom; de grond behoeft evenwel niet zeer vruchtbaar te zijn. Zoowel in den gekweekten als in den verwilderden staat wordt de pereboom hooger en dikker dan de appelboom.

Het hout van den verwilderden pereboom wordt boven dat van den gekweekten verkozen, daar het vaster en duurzamer en ook meestal in langer en rechter stammen te verkrijgen is.

De pereboom is een rijphoutboom met zeer breed splint. Bij oude stammen kan dikwijls een kern worden waargenomen, die dan evenwel als een „ongezonde" kern (zie blz. 62) moet worden aangemerkt. Rijphout zoowel als spint zijn bruinachtig rood. Hout van jonge boomen is nagenoeg wit van kleur.

Met het bloote oog kan men door de meer donkere kleur van de uiterste herfsthoutlaag, de grens der jaarringen duidelijk waarnemen; op radiale sneden zijn deze grenzen vooral zeer duidelijk. Nog ziet men, bij zeer nauwkeurige beschouwing,

---

1) Niet alleen omdat het hout zacht is, maar ook, omdat men meent, dat het altijd warmer is dan ander hout.

de fijne mergstalen lichter gekleurd dan het hen omgevend houtweefsel. Daar men ook geen vaten bespeurt, maakt pereboomenhout den indruk van een fijne, zeer gelijkmatige houtsoort.

Met behulp van *de loupe* treden de mergstralen duidelijker op, maar de vaten zijn nog zeer moeilijk te bespeuren. Dunne schijfjes (dwarsche snede) tegen het licht met de loupe beschouwd, laten ons evenwel zien, dat de vaten in de oudste lagen van het voorjaarshout iets meer in aantal zijn dan in de overige deelen der jaarringen; uiterst langzaam neemt dit aantal naar de herfsthoutlagen af.

De *microscoop* leert, dat de vaten nagenoeg alle even groot, of beter, alle even klein zijn (gem. diam. 0.04 mM.) en op zich zelf staan, dat wil zeggen, niet in groepjes van 2 of meer voorkomen. Hun wanden zijn gestippeld; de dwarsche wanden zijn van een ronde opening voorzien. Doordat het aantal en de wijdte der vaten in het herfsthout slechts weinig geringer zijn dan in het voorjaarshout, kan men onder den microscoop de jaarringgrenzen slechts waarnemen door de saamgedrukte en dikwandige cellen in het herfsthout; maar ook daardoor nog betrekkelijk moeilijk, omdat het aantal samengedrukte herfsthoutlagen zeer gering is.

Behalve uit vaten bestaat dit hout uit tracheïden en houtparenchym. Libriform ontbreekt hier, zoodat de grondmassa van het hout door tracheïden wordt gevormd; deze hebben dientengevolge ook een vezelachtige gedaante, zij zijn bijv. aan de einden gespitst en hun wanden aanzienlijk verdikt.

De cellen van het houtparenchym, dat hier en daar verstrooid voorkomt, hebben een zeer geringe doorsnede.

De zeer talrijke mergstralen zijn op de overlangsche sneden bruin gekleurd en daardoor zeer goed waar te nemen. Zij bestaan in tangentiale richting, dus volgens de breedte, uit 1 tot 3 rijen cellen; volgens de hoogte — tot circa 0.5 mM. — is dit aantal verschillend.

De ronde mergkoker heeft een doorsnede van 1—2 mM.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.71—0.73 (gem. 0.72) (N.), 0.646 (BARLOW); groen = 0.96—1.07 (gem. 1.015) (N.).

II. *Krimpen.* Dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 3 % (N.).
b) in die der jaarringen = 5—6 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.228 % (L.).
B) dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 3.94 % (L.).
b) in die der jaarringen = 12.7 % (L.).
De vermeerdering in volume = 8.6 % (W.), en in gewicht = 91 %. (W).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*
1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad. Vastheids-coëfficiënt = 6.91—7.58 (L.).
2. *Buigende krachten.*
Vastheids-coëfficiënt = 6.905 (BARLOW).

V. *Hardheid.* De hardheid van pereboomenhout is gering. NÖRDLINGER rangschikt het onder de „*weinig harde*" soorten.

VI. *Kloofbaarheid.* Het is moeilijk kloofbaar.

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Het hout moet zeer droog zijn, voor men 't gebruikt. Niet alleen omdat 't dan bijna niet meer trekt, maar omdat 't dan, voornamelijk in een droge omgeving, zeer duurzaam is. Hout van verwilderde boomen is vaster en duurzamer dan dat van aangekweekte.

Oude boomen zijn dikwijls kernrot.

Wegens de gelijkmatige textuur en omdat het in alle richtingen even goed snijdbaar is, is het een voortreffelijk materiaal voor houtsnijders; voor grof werk vervangt de houtgraveur het palmhout door pereboomenhout.

Ook de drukvormen voor katoen en behangselpapier worden er van vervaardigd. Door draaiers wordt het eveneens veel bewerkt (knoopen, passement-waren, enz.)

Het dient ook ter fabricage van groote houten schroeven, van kegels, pijperoeren, schaafblokken, heften van allerlei gereedschappen, enz.

Evenals lindenhout kan men het uitstekend zwart bijten en zich zoodoende een surrogaat voor ebbenhout verschaffen.

103. Kastanjehout. De boom, waarvan dit hout afkomstig is, n. l. de **gemeene wilde** of **paarden-kastanje** [1]) (**Aesculus Hippocastanum L.**) werd eerst omstreeks het eind der XVI^de^ eeuw uit Turkije naar ons vaderland overgebracht [2]). Van hier heeft hij zich verder over geheel Westelijk Europa verspreid.

In Nederland komt de kastanjeboom nu zeer algemeen voor; hij wordt veel aangekweekt en zoo vindt men hem dan ook langs wegen, stadsgrachten, openbare wandelplaatsen, op buitenplaatsen, enz.

Het is een sierlijke boom, die tot 15 à 20 M. hoog en 0.6—0.9 M. dik wordt; de stam is meestal eenigszins gedraaid.

De kastanje is een splintboom; zijn hout vertoont op een gladde dwarsche doorsnede de eigenaardig geelwitte kleur van ivoor; in de richting van den mergkoker wordt de kleur iets donkerder. Op radiale snede is het hout ook glanzend en de kleur zeer wit.

---

1) VAN DER TRAPPEN (*Herbarium Vivum*, Dl. II., blz. 696) zegt: „de naam van Paarden-kastanje is daarvan afkomstig, dat men ontdekt heeft dat dezelve goed zijn voor kuchende, kortademige en droezige paarden; waaraan zij volgens DE SAINT MOULIN en andere schrijvers, in Turkije nog altijd gevoederd worden".

Ook de *tamme* of *eetbare kastanje*, die evenwel tot een geheel ander plantengeslacht behoort (*Castanea vesca Gärtn.*) werd in ons land uit Zuid-Europa ingevoerd en komt verwilderd voor in de Geldersche en Utrechtsche bosschen.

2) Daaromtrent vinden wij bij V. D. TR. (Herb. Viv. Dl. II, blz. 694) het volgende opgeteekend: „De wilde kastanjeboom, oorspronkelijk uit het binnenste van Azië komende, (volgens nieuwe onderzoekingen uit Griekenland) werd omstreeks de helft der XVIde eeuw, of eenige jaren later, uit Constantinopel aan CHARLES DE L'ECLUSE, of, zooals die beroemde kruidkundige gewoonlijk genoemd wordt, aan CLUSIUS gezonden, welke, geboortig van Artois, gedurende de laatste jaren van die eeuw (1593—1609) in zijn geliefkoosd vak aan de Hoogeschool te Leiden den post van Hoogleeraar bekleedde; is door dezen in Europa bekend gemaakt, aanvankelijk door zijn toedoen in dit werelddeel, en in het bijzonder in België en in ons vaderland verspreid geworden".

Met het bloote oog ziet men de jaarringen door de aanwezigheid van zeer fijne wit gekleurde grenslijnen; ook wordt de kleur van het houtweefsel in de richting van het herfsthout iets donkerder dan die in het voorjaarshout.

De talrijke mergstralen zijn op zeer gladde dwarsche sneden nauwelijks zichtbaar, en de vaten zelfs dan niet, wanneer men dunne sneden tegen het licht beziet.

Met de loupe komen de jaarringen en ook de mergstralen zeer duidelijk te voorschijn. En eerst bij zeer nauwkeurige beschouwing van dunne dwarsche sneden tegen het licht bemerkt men een groot aantal vaten; in 't voorjaarshout zijn er betrekkelijk weinig meer dan in 't herfsthout.

Volgens het microscopisch onderzoek bestaat het hout uit vaten, libriform, tracheïden, gedeeld en ongedeeld houtparenchym.

De vaten zijn in 't voorjaarshout iets grooter dan in 't overige deel der jaarringen; zij staan alleen, paarsgewijze of in groepjes van 3—5 (soms 6 en 7); de gemeenschappelijke wanden der vaten zijn platte vlakken.

Grenzen de vaten aan libriform, dan zijn hun wanden van spiraalvormige verdikkingslijsten voorzien en weinig gestippeld; de wanden van vaten, die aan elkaar, aan mergstralen of houtparenchym-cellen grenzen, zijn daarentegen sterk gestippeld, maar missen de spiraalvormige lijsten.

Het libriform is regelmatig in radiale rijen geplaatst; de wanden zijn, evenals die der vaten, gewoon gestippeld en iets meer verdikt dan die van het libriform in lindenhout. Het ongedeelde houtparenchym en de tracheïden bevinden zich in de uiterste herfstgrenzen; het gedeelde houtparenchym is in alle deelen van den jaarring aanwezig, maar slechts als verstrooide reeksen cellen. De wanden van deze elementen zijn gestippeld.

De mergstralen zijn alle één cel breed.

De mergkoker is sterk ontwikkeld, 2—4 mM. dik en licht bruin gekleurd.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.52—0.63 (gem. 0.575) (N.), groen = 0.76—1.04 (gem. 0.93) (N.).

II. *Krimpen.* Dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 2—3 % (N.).
b) in die der jaarringen = 6—8 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.088 % (L.).
B) Dwarsdraads.
a) in de spiegelrichting = 1.84 % (L.).
b) in die der jaarringen = 5.82 % (L.).

IV. *Hardheid.* Het hout is zacht; wegens de sterker verdikte wanden van het libriform is het iets harder dan lindenhout.

V. *Kloofbaarheid.* Kastanjehout is gemakkelijk kloofbaar.

VI. *Duurzaamheid en gebruik.* Het hout bevat dikwijls hartscheuren en is weinig geschikt voor timmerwerk. Aan wind en weder blootgesteld of in een vochtige omgeving is het van geringen duur. Voor vochtigheid bewaard, wil men, dat het duurzamer is dan andere zachte houtsoorten; volgens anderen rot het gemakkelijk.

Men maakt van dit kastanjehout [1]) nagenoeg hetzelfde gebruik als van lindenhout. Hoewel het op 't uiterlijk een zeer fijn weefsel vertoont, gebruikt men 't zelden en dan nog slechts voor grof snijwerk; voor inlegwerk is 't een uitstekend materiaal en ook voor de vervaardiging van pakkisten, enz.

104. Populierenhout. Van de vele soorten van populieren [2]),

1) Het hout van den *tammen kastanje* bezit den bouw van harde houtsoorten. De kleur is geelbruin, het hout overigens hard en vast. Het gelijkt op eikenhout; de kleur is evenwel lichter en de breede mergstralen ontbreken. In Zuid-Europa wordt het bijna evenzeer op prijs gesteld als eikenhout. De duurzaamheid is niet groot.

2) In ons land komen volgens OUDEMANS (Flora v. Ned. Dl. III. blz. 76) behalve de ratelpopulier, nog voor:

wild:	*de witte populier* (*P. alba L.*) in de duinen.	
	„ *zwarte* „ (*P. nigra L.*) „ „ „	
aangeplant:	*de Canadasche populier* (*P. monilifera Ait.*)	
	„ *Italiaansche* „ (P. dilatata Ait.)	

die in ons vaderland worden aangetroffen, komen er slechts enkele en daaronder de **ratelpopulier** [1]) of **espenboom** (**Populus tremula L.**) in wilden toestand voor. Met dezen zullen wij ons hoofdzakelijk bezighouden, omdat velen aan zijn hout, wegens meerdere taaiheid en gelijkvormigen bouw, boven alle andere populierenhout de voorkeur geven.

De boom is over geheel Europa verspreid, van 70° N. B. tot in Italië, Griekenland, Spanje enz.; hij verlangt 't liefst koele, vochtige gronden, en groeit zoowel in vlakke streken als op bergen (in de Alpen bijv. tot ruim 1300 M. boven de oppervlakte der zee), hier te lande in boschachtige streken, op zand- en veengrond. Eigenlijk is het een boom, die in het Noorden of juister in het Noord-Oosten van Europa te huis behoort, want terwijl hij bijna overal met andere boomen gemengd voorkomt, vormt hij in Oost-Pruisen, in de Oostzeeprovincies en waarschijnlijk ook in Rusland (volgens Willkomm) somwijlen groote bosschen, die den indruk van beukenbosschen maken [2]). In onze streken en in Duitschland wordt de esp zelden ouder dan 60—80 jaar; hij bereikt daarbij een hoogte van 20 M. en meer, en wordt 0.4—0.6 M. dik. De stam is recht, nagenoeg cilindervormig, en reinigt zich zeer hoog boven den grond van takken.

Deze populier behoort tot de splintboomen; indien er kernhout aanwezig is, moet dit als „ongezond" worden aangemerkt. De kleur van het hout is geelachtig wit. De mergkoker is circa 1 m.M. dik, wit of groenachtig van kleur en heeft een vijfhoekige (afgeronde) doorsnede.

---

de abeel of grauwe populier (P. canescens Smith.)
„ *balsemperuboom* (*P candicans.*) meer zeldzaam.
„ *balsempopulier* (*P. balsamifera.*) „ „
„ *Virginische populier* (P. *virginica.*) „ „

1) Niet alleen de bladeren van dezen boom, maar ook die van enkele andere populieren komen, ten gevolge van de lengte en den bijzonderen vorm en de buigzaamheid der bladstelen, zelfs bij de minste beweging der lucht in beweging en klapperen of *ratelen* tegen elkaar. Van daar de naam *ratel*populier.

2) In genoemde landstreken wordt populierenhout dan ook zelfs voor de constructie van kappen en van sloepen gebezigd.

De jaarringen zijn tamelijk breed en kunnen met het bloote oog worden waargenomen, wegens de bruine kleur van de uiterste herfstgrens. Mergstralen en vaten blijven onzichtbaar.

Zelfs met *de loupe* bespeurt men de mergstralen nog ternauwernood. Beziet men evenwel dunne dwarsche doorsneden door de loupe tegen het licht, dan komen de mergstralen beter te voorschijn; ook ziet men nu vaten door den ganschen jaarring verspreid.

Met den *microscoop* onderzocht, blijkt het hout te bestaan uit *gedeeld* en *ongedeeld* houtparenchym, uit tracheïden, libriform en vaten.

Het gewone (*gedeelde*) houtparenchym komt zeer weinig voor en dan slechts in de nabijheid der vaten; de cellen bevatten dikwijls kristallen van zuringzure kalk. Het *ongedeelde* houtparenchym en de tracheïden bevinden zich slechts in de buitenste herfstgrenzen. De wanden der libriformvezels, met gewone stippels, zijn weinig verdikt; hun diameter is ongeveer 0.016 mM., de inwendige holte circa 0.008 mM. wijd. (WIESNER.)

De vaten zijn alleenstaand of radiaal gegroepeerd (2 à 3.) Zeer dikwijls zijn zij veelhoekig. In 't voorjaarshout zijn zij iets meer in aantal en weinig grooter dan in het herfsthout; hun diameter varieert tusschen 0.024 en 0.035 mM. (WIESNER). De dwarsche wanden bezitten ronde openingen; de andere zijn wel gewoon gestippeld maar vertoonen geen spiralen.

De mergstralen zijn slechts één cel breed. Voor zoover zij aan vaten grenzen, zijn meestal, zooals op een radiale doorsnede blijkt, de cellen der buitenste (hoogste en laagste) celrijen gestippeld.

De grens der jaarringen is onder den *microscoop* aan hoogstens drie à vier rijen meer verdikte cellen kenbaar. De herfsthoutzone is dus zeer smal.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.43—0.56 (gem. 0.495) (N.), groen = 0.61—0.99 (gem. 0.80) (N.).

II. *Krimpen.* A) In de richting van den draad = 0.02—0.53 % (N.), 0.4 en 0.3 % (F.).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 2—3 % (N.), 3.8 en 6.1 % (F.).

b) in die der jaarringen = 6—8 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de draadrichting = 0.125 %[1] (L.).

B) Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 2.59 % (L.).

b) in die der jaarringen = 6.40 % (L.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 3.082 (Ch. en W.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1075.9 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 7.2 (Ch. en W.), 2.83 (M.).

B) dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 107.6 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.171 (Ch. en W.).

b) in die der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 43.7 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.414 (Ch. en W.).

2. *Drukkende krachten.*

Vastheids-coëfficiënt = 2.10 (M.)

3. *Buigende krachten.*

Vastheids-coëfficiënt = 7.76—8.66 (N.).

4. *Afschuivende krachten.*

Vastheids-coëfficiënt = 0.36 M.

V. *Hardheid.* Het hout is zeer zacht. Daar de vezels van het groene hout taai zijn en het weefsel bovendien niet zeer vast is, vindt Gayer een hardheid, indien deze bepaald wordt door den weerstand, dien een zaag bij 't dwarsdoorsnijden van een stam ondervindt, gelijk aan 1.3—1.4, wanneer die voor beukenhout = 1 wordt aangenomen.

1) Deze waarden voor 't zwellen gelden voor „*Pappelholz.*" Zie: *Techn. Eigensch. der Hölzer*, blz. 337 en 339.

VI. *Kloofbaarheid.* Espenhout laat zich gemakkelijk en glad klooven.

Luchtdroge stukken splint (blz. 224) splijten in radiale richting bij een belasting van 16.8—20.47 Kg. (N.).

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Tegen vocht is het hout niet bestand; op droge plaatsen is het tamelijk duurzaam; het werkt weinig. Men gebruikt het als blindhout in de meubelfabricage, ook voor kamerbetimmering, parketvloeren, tafelbladen, ter vervaardiging van vlecht- en snijwerk, van kleine kisten voor geringe sigarensoorten, voor verzendingen van galanteriën en parfumeriën en van grootere kisten voor droge waren, van goedkoope klompen, enz. Ook is het een voornaam materiaal voor de fabricage van lucifers; de houtjes der Zweedsche lucifers en hun vierkante doosjes o. a. zijn van espenhout gemaakt.

In den vorm van *houtstof* is het een zeer gewichtige grondstof voor de papierindustrie [1]).

105. Elzenhout. De elzeboom is over geheel Europa tot ongeveer 63° N. B. verspreid. Bij ons te lande worden er twee soorten aangetroffen, waarvan de eene, de **gemeene** of **kleverige els** (**Alnus glutinosa Gärtn.**) in vochtige hei- en veenstreken voorkomt (*als hakhout gecultiveerd*) terwijl de andere, de grijswitte [2]) els (**Alnus incana Willd.**) meer tot de zeldzame boomsoorten behoort.

Het hout van den gemeenen els zal daarom het onderwerp der volgende beschrijving uitmaken.

Slechts in zijn jeugd groeit deze els zeer snel; toch kan hij op een goede standplaats in ongeveer 80 tot 100 jaren een

---

1) Het hout van den Italiaanschen populier is tegenwoordig zeer gezocht voor de vervaardiging der remblokken aan spoorwegwaggons.

2) De bladen van den gemeenen els zijn *kleverig* in hun jeugd; die van den grijswitten els zijn aan hun onderzijde *grijsachtig*.

boom worden van circa 1 Meter diameter en ruim 25 Meter hoogte. De stam is dan in den regel zeer recht.

De els is een splintboom. Het hout heeft een geelachtig-bruinroode kleur; versch aangesneden vertoont het een helder roode kleur, een eigenschap, waardoor men het groene of vochtige elzenhout spoedig tusschen andere houtsoorten kan onderkennen.

De mergkoker is 1 tot 2 mM. dik en driehoekig.

Met het bloote oog kan men de tamelijk breede jaarringen zeer gemakkelijk waarnemen door de meer donkerbruine kleur der herfsthoutlagen; ook zijn er op dwarsche doorsnede duidelijk mergstralen te zien. Vaten evenwel bemerkt men niet.

Bij het onderzoek met de *loupe* lossen de breede mergstralen zich op een zeer glad snijvlak in een aantal fijnere op, zoodat wij hier, evenals bij het haagbeukenhout, met *onechte* mergstralen te doen hebben. Tusschen deze mergstraalgroepen komt nu een groot aantal, met het bloote oog onzichtbare mergstralen te voorschijn. Vaten zijn ook nu nog niet zeer duidelijk waar te nemen.

Onderzoek met den *microscoop* doet het hout kennen als samengesteld uit gedeeld en ongedeeld houtparenchym, tracheïden, libriform en vaten. Het ongedeelde houtparenchym en de tracheïden, wier wanden evenals die der vaten gehofstippeld zijn, komen op de buitenste herfstgrens voor.

Het gewone houtparenchym, met zeer fijn gestippelde wanden, treedt in rijen op, zoowel tusschen het libriform als naast vaten, in alle deelen van den jaarring. De cellen bevatten een bruinroode stof, waardoor zij op een radiale lengtesnede tusschen het ongekleurde libriform gemakkelijk zijn te ontdekken.

De libriform-vezels zijn betrekkelijk zeer wijd (gem. circa 0.025 mM.); hun wanden zijn weinig verdikt (de holte heeft gem. een diameter = 0.016 mM.) maar ook gehofstippeld. De vaten zijn zeer talrijk en tamelijk gelijkmatig door den ganschen jaarring verspreid. Nu eens staan zij alleen of paarsgewijze, dan weer vormen ze radiaal geplaatste groepen van

3—6 en meer vaten. Hun dwarsche, zeer schuin geplaatste wanden, zijn van langwerpige openingen voorzien (laddervormig geperforeerd). De vertikale wanden zijn gehofstippeld, vooral in de nabijheid van deze dwarswanden en van mergstralen.

De mergstralen zijn slechts één cel breed; maar volgens de hoogte kan hun aantal zeer groot zijn (de totale hoogte der mergstralen bedraagt soms 160 mM. en meer). Ook deze cellen bevatten een bruine harsachtige stof. Zeer dikwijls vindt men in het houtweefsel tusschen eenige dicht naast elkaar liggende mergstralen geen vaten — deze vormen dan te zamen een zoogenaamden „onechten" mergstraal. Herhaaldelijk wijken de mergstralen voor de vaten uit. Het aantal rijen van sterk verdikte cellen, op de jaarringgrenzen bedraagt slechts 4 à 5.

Technische eigenschappen.

I. *Specifiek gewicht.* Luchtdroog = 0.42—0.64 (gem. 0.53) (N.) groen = 0.63—1.01 (gem. 0.82) (N.).

II. *Krimpen.* Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 2—7 % (N.).

b) in tangentiale richting = 3—10 % (N.).

III. *Zwellen.* A) In de richting van den draad = 0.369 % (L.).

B) Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting = 2.91 % (L.).

b) in die der jaarringen = 5.07 % (L.).

Volgens WEISSBACH bedraagt, bij volkomen verzadiging met water:

de vermeerdering in volume = 5.8—6.8 % (W.).

„ „ „ gewicht = 136—163 % (W.).

IV. *Elasticiteit en vastheid.*

1. *Rekkende krachten.* A) In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.809 (Ch. en W.), 1.449 (groen hout, Ch. en W.), 1.16 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 1108.1 (Ch. en W.), 981.00 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 4.54 (Ch. en W.), 3.70 (M.).

B) Dwarsdraads.

a) in de spiegelrichting.

Elasticiteits-coëfficiënt = 98.3 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.329 (Ch. en W.).

b) in de richting der jaarringen.

Elasticiteits-coëfficiënt = 59.4 (Ch. en W.)

Vastheids-coëfficiënt = 0.175 (Ch. en W.)

2. *Drukkende krachten.* In de richting van den draad.

Elasticiteits-grens = 1.24 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 823.00 (Ch. en W.).

Vastheids-coëfficiënt = 1.94 (M.).

3. *Buigende krachten.*

Elasticiteits-grens = 1.21 (M.).

Elasticiteits-coëfficiënt = 613.90 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 3.72 (M.).

4. *Afschuivende krachten.* A) In de richting van den draad.

Vastheids-coëfficiënt = 0.57 (M.).

B) Dwarsdraads.

Vastheids-coëfficiënt = 2.29 (M.).

5. *Wringende krachten.*

Elasticiteits-grens = 0.27 (M.).

Elasticiteit-coëfficiënt = 728.53 (M.).

Vastheids-coëfficiënt = 0.62 (M.).

V. *Hardheid.* Nördlinger rangschikt het onder de zachte houtsoorten. Stelt men den weerstand, dien de zaag ontmoet bij beukenhout = 1, dan varieert die, volgens Gayer, bij elzenhout tusschen 0.75 en 0.90.

VI. *Kloofbaarheid.* Het elzenhout laat zich gemakkelijk klooven. Luchtdroge stukken van den grijswitten els splijten:

in de spiegelrichting bij een belasting van 25.41—28.9 K.G. (N.);

in de richting der jaarringen bij een belasting van 42.89 K G. (N.).

VII. *Duurzaamheid en gebruik.* Aan wind en weder blootgesteld, heeft elzenhout slechts een geringe mate van

duurzaamheid; in den grond is het vrij duurzaam, en onder water doet het voor eikenhout niet onder. Het is daarom zeer geschikt voor palen in den grond en onder water, en voor krib- en pakwerk zoo goed als eenig ander hout. De levende boom heeft echter een grooten vijand in den elzenhout-snuitkever (**Curculio Lapathi L.**), die zijn gangen boort zoowel in het splint als onder de schors; andere insecten, die den els tot woonplaats kiezen, doen hem weinig schade.

Wat het gebruik betreft, wordt het elzenhout voor sommige doeleinden nog altijd tot de beste houtsoorten gerekend. Wegens zijn duurzaamheid in den grond en onder water wordt het aangewend tot heipalen, buizen van waterleidingen, bruggenhoofden, walbeschoeiïngen, putbuizen, kortom tot allerlei constructies, die aan vocht zijn blootgesteld.

Van de Europeesche houtsoorten dient hoofdzakelijk elzenhout voor de fabricage van sigarenkisten; verder maakt men er klompen van, zadelbogen, houten nappen en ander keukengereedschap, en in den laatsten tijd ook haringtonnen, terwijl de draaier van het geaderd wortelhout allerlei voorwerpen vervaardigt, in 't bijzonder pijpekoppen; ook wordt het gebruikt ter imitatie van noteboom- en palissanderhout. Eindelijk bezigt de pannenbakker het jonge elzenhout, ten einde de blauwe kleur aan de pannen te geven, waartoe hij een bosch groene takken laat verkolen.

De leesboeken over plantenkunde, op bladzijde 31 bedoeld, zijn de volgende:

Leerboek der Plantenkunde, ten gebruike bij het Hooger Onderwijs. 2e druk.

Eerste deel. Leerboek der Plantenphysiologie door HUGO DE VRIES.

Tweede deel. Vormleer en Rangschikking der planten door C. A. J. A. OUDEMANS. Zalt-Bommel, JOH. NOMAN & ZOON.

Handbuch der physiologischen Botanik. In Verbindung mit A. DE BARY und J. SACHS, hrsg. von WILH. HOFMEISTER.

Band III. A. DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetations-organe der Phanerogamen und Farne. 1877.

Band IV. JUL. SACHS, Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen, 1865.

G. A. WEISS, Anatomie der Pflanzen, 1878. Wien, WILH. BRAUMÜLLER.

Botanische Zeitung. Band 20, 21.

ZAAKREGISTER.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

I.

L.

M.

N.

O.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Y.

Z.

L. S.

Dat de onderafdeeling: *Het Hout*, van het werk: **Mechanische Technologie**, in 1883 begonnen, eerst heden werd voltooid, is noch te wijten aan den schrijver, noch aan de uitgevers. De eerste toch was ten gevolge zijner zwakke gezondheid telkens genoodzaakt den arbeid te staken, en niettemin heeft hij gedaan wat hij kon, zoodat hij eenige weken vóór zijn dood met dit gedeelte gereed was.

Wij betreuren het, dat hij de taak, die hij zoo breed had opgevat, en waaraan hij zoo moedig was begonnen, niet mocht ten einde brengen.

Toch is zijn werken niet vergeefsch geweest.

Het Hout vormt een afgerond geheel, is eenig in onze taal, en zal volgens getuigenis van deskundigen, menigeen uitnemend van dienst zijn.

UTRECHT,
December 1887.

DE UITGEVERS.

INHOUD.

